

FLOW CALCULATOR 2011

Berechnungsprogramm für EBRO-Klappen

Verfasser: Dr.-Ing. G.Ehrhardt, Priv.-Doz. An der RWTH Aachen

Überarbeitet: Dipl.-Ing. D.Lücke, Konstruktion, EBRO-ARMATUREN

Auftraggeber: EBRO-ARMATUREN Gebr. Bröer GmbH, Hagen

Inhalt

1	Formelzeichen/Bezeichnungen	3
2	Zusammenfassung	4
3	Installation	5
4	Programme, Menüs, Eingabe	6
4.1	Grundstruktur	6
4.2	Start	7
4.2.1	Skalierung	7
4.2.2	Startseite	7
4.3	Berechnung zentrische/exzentrische Klappen	9
4.4	Berechnung Kv-Wert zentrische/exzentrische Klappen	10
4.5	Berechnung von Strömungskennwerten für zentrische/exzentrische Klappen mit flüssigen Medien	12
4.6	Berechnung von Strömungskennwerten für zentrische/exzentrische Klappen mit gasförmigen Medien	14
4.7	Kurzfassung Strömungsberechnung Eingabe und Ausgabedaten	16
5	Meldungen	16
6	Hinweise	16
6.1	Geschwindigkeiten	16
6.2	Kavitation	16
7	Berechnung des Schalldruckpegels LA	17
8	Export und Import von Berechnungen	17
9	Drucken	19
10	Quellen	21

1 Formelzeichen/Bezeichnungen

Zeichen	Bedeutung	Einheit
D	Innendurchmesser der Rohrleitung	mm
DN	Nennweite der Klappe	-
DN _{Lmin}	Mindestnennweite der Rohrleitung	-
F _P	Rohrleitungsgeometrie-Faktor	-
F _R	Reynolds-Zahl-Faktor	-
κ	Isentropenexponent	-
K _{av}	Kavitationsmaß, $K_{av} x_F/z_y$	-
K _V	Durchflusskoeffizient	m ³ /h
L _A	Schalldruckpegel bei 1m Abstand	dB(A)
p ₁	Druck vor der Klappe	bar _{abs}
p _c	thermodynamisch kritischer Druck	bar _{abs}
p _N	Normaldruck 1,013 bar _{abs}	bar _{abs}
PN	Nenndruck	bar
p _V	Siededruck	bar
Q ₁	Volumenstrom bei Betriebszustand p ₁ und t ₁ vor der Klappe	m ³ /h
Q _N	Volumenstrom bei Normzustand p ₁ und t _N	m ³ /h
Re _V	Klappen-Reynolds-Zahl	-
T	Temperatur	°C
t ₁	Temperatur vor Klappe	°C
t _N	Normaltemperatur 0°C	°C
V	Geschwindigkeit in der Rohrleitung (bei Flüssigkeiten)	m/s
V _K	Geschwindigkeit im Drosselquerschnitt	m/s
V ₁	Geschwindigkeit in der Rohrleitung vor der Klappe (bei Gasen/Dämpfen)	m/s
V ₂	Geschwindigkeit in der Rohrleitung nach der Klappe (bei Gasen/Dämpfen)	m/s
W	Massenstrom	kg/h
x _F	Druckverhältnis bei Flüssigkeiten	-
Y	Expansionsfaktor	-
z _y	x _F -Wert bei Kavitationsbeginn (abhängig von α)	-
α	Stellwinkel des Klappenblattes	°
ΔL _F	Klappenspezifisches Korrekturglied bei Flüssigkeiten	dB(A)
Δp	Druckverlust der Klappe	bar
Δp _L	Druckverlust der Rohrleitung	bar
Δp _{ges}	Druckverlust von Klappe und Rohrleitung zusammen	bar
η	dynamische Zähigkeit	Pa s
λ	Reibungszahl, abhängig von Reynolds-Zahl und Rauigkeit der Rohrleitung	-
ρ	Dichte	kg/m ³
ρ ₁	Dichte bei Betriebszustand p ₁ und t ₁ vor der Klappe	kg/m ³
ρ _N	Dichte bei Normzustand p _N und t _N	kg/m ³

2 Zusammenfassung

Das mit der Software EXCEL erstellte Programm dient zur Berechnung von strömungs- und schalltechnischen Größen für inkompressible und für kompressible Fluide anhand der Regelwerke [1] bis [5] und anhand von theoretischen Untersuchungen [6] und [18]. Klappen und stoffspezifische Daten entstammen den Quellen [7] bis [17].

WICHTIG! Da dieses Programm mit Makros arbeitet, muss die Verwendung von Makros zugelassen werden. Werden diese Makros nicht zugelassen, funktioniert das Programm nicht!

(Makros können nur ausgeführt werden, wenn die Sicherheitsstufe mindestens wie folgt eingestellt worden ist:

Office 2007: „Alle Makros mit Benachrichtigung deaktivieren“

Office 2003: „Sicherheitsstufe Mittel“

mit diesen Einstellungen müssen bei jedem Öffnen des Flow Calculators die Makros aktiviert werden)

3 Installation

Die Datei „FlowCalculator2011.zip“ extrahieren (z.B. mit Winzip). Speicherort des Programms kann zum Beispiel „c:\“ gewählt werden. Im Ordner „Flow Calculator 2011“ befindet sich eine Datei mit dem Namen „Flow Calculator.xls“. Das Öffnen dieser Datei startet das Programm (Kapitel 2).

Die Struktur des Ordners „Flow Calculator 2011“ darf nicht verändert werden.

Kurzfassung:

Flow Calculator 2011.zip

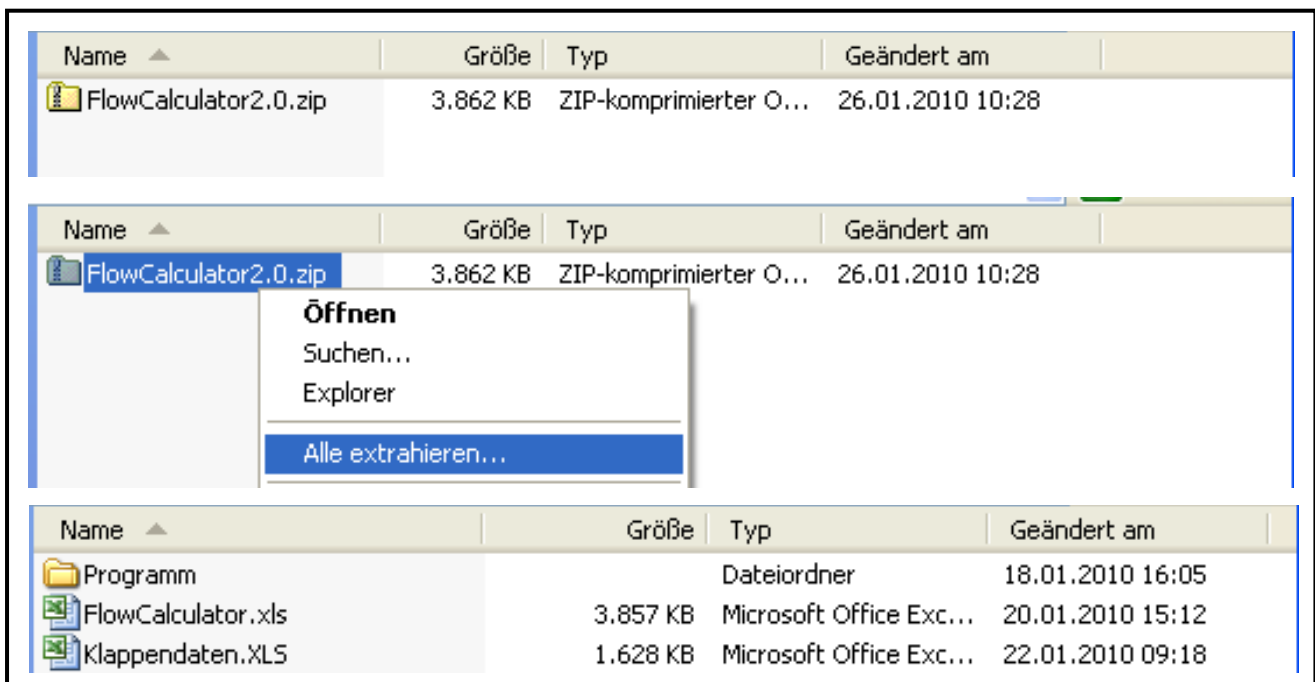


extrahieren

Doppelklick auf Calculator 2011

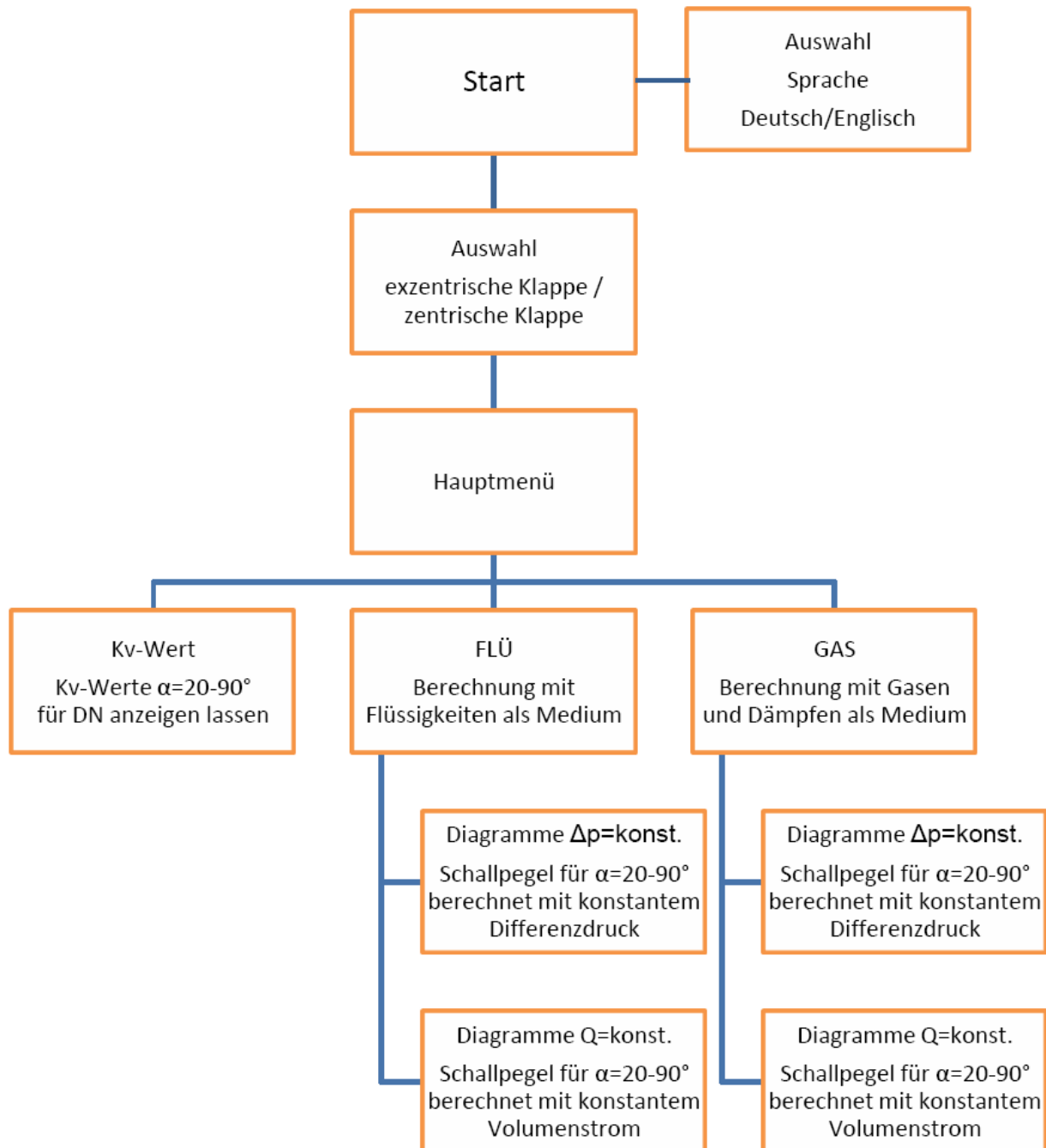


Programm starten



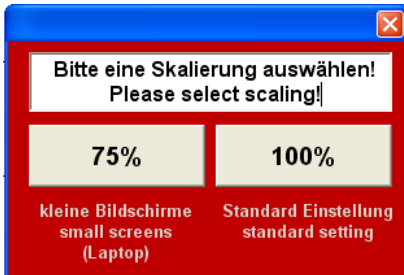
4 Programme, Menüs, Eingabe

4.1 Grundstruktur



4.2 Start

4.2.1 Skalierung




Sind die Makros aktiviert erscheint auf der ersten Seite das Auswahlfeld für die Skalierung. Für die Programmnutzung am Laptop (mit kleinerem Bildschirm) ist eine Skalierung von 75% möglich. Dies hat den Vorteil, dass die Darstellung des Flow Calculators auf 75% reduziert wird, und somit das Verschieben der Seiten mit den Bildlaufseiten meistens wegfällt.

Die Skalierung von 100% eignet sich für PC's.

4.2.2 Startseite

Wurde eine Skalierung ausgewählt, erscheint die Startseite:

Flow Calculator 2.0



Strömungsberechnungen für EBRO-Klappen



Warnhinweis: Grundlagen dieser Programme sind Regelwerke für Stellventile sowie experimentelle und theoretische Untersuchungen an EBRO-Klappen. Trotz aller Sorgfalt bei der Erstellung dieser Programme wird jegliche Haftung für Schäden, die durch ihren Gebrauch entstehen könnten, ausgeschlossen.

Programme in Deutsch Auswahl: Graue Taste drücken	Technische Angaben			
	PN	Manschetten Typ	Typ	Katalog Register
zentrische Klappen	16	Elastomer	Z011 / Z014	1.1 / 1.2
			F012 / F012	1.4 / 1.5
			Z411 / Z414	1.6 / 1.7
			Z611-A / Z614-A	1.9 / 1.10
			T211 / T214 / T212	2.1 / 2.2 / 2.3
exzentrische Klappen	16 25 40 40	>DN150 DN50-150	HP 111-E / HP 114-E	3.3 / 3.4
			HP 111 / HP 114	3.1 / 3.2
			HP 111 / HP 114	
			HP 111-C / HP 114-C	

Zoom +/-

Programm schließen

Sprache/ Language

Berechnungsprogramme für EBRO-Klappen

Verfasser: Dr.-Ing. G. Ehrhardt, Priv.-Doz. an der RWTH Aachen
 Auftraggeber: EBRO-ARMATUREN Gebr. Bröer GmbH, Hagen
 Aachen, im März 2005

Dokumentation

DE

Auf der rechten Seite können Programmooptionen eingestellt werden:

- [Zoom +/-]: Hier kann die gewählte Skalierung (Kapitel 4.2.1) nochmals geändert werden.
- [Programm schließen]: Schließt das Programm.
- [Sprache/Language]: Durch anklicken der Flaggen wird die Menüführung in Deutsch bzw. Englisch umgestellt.

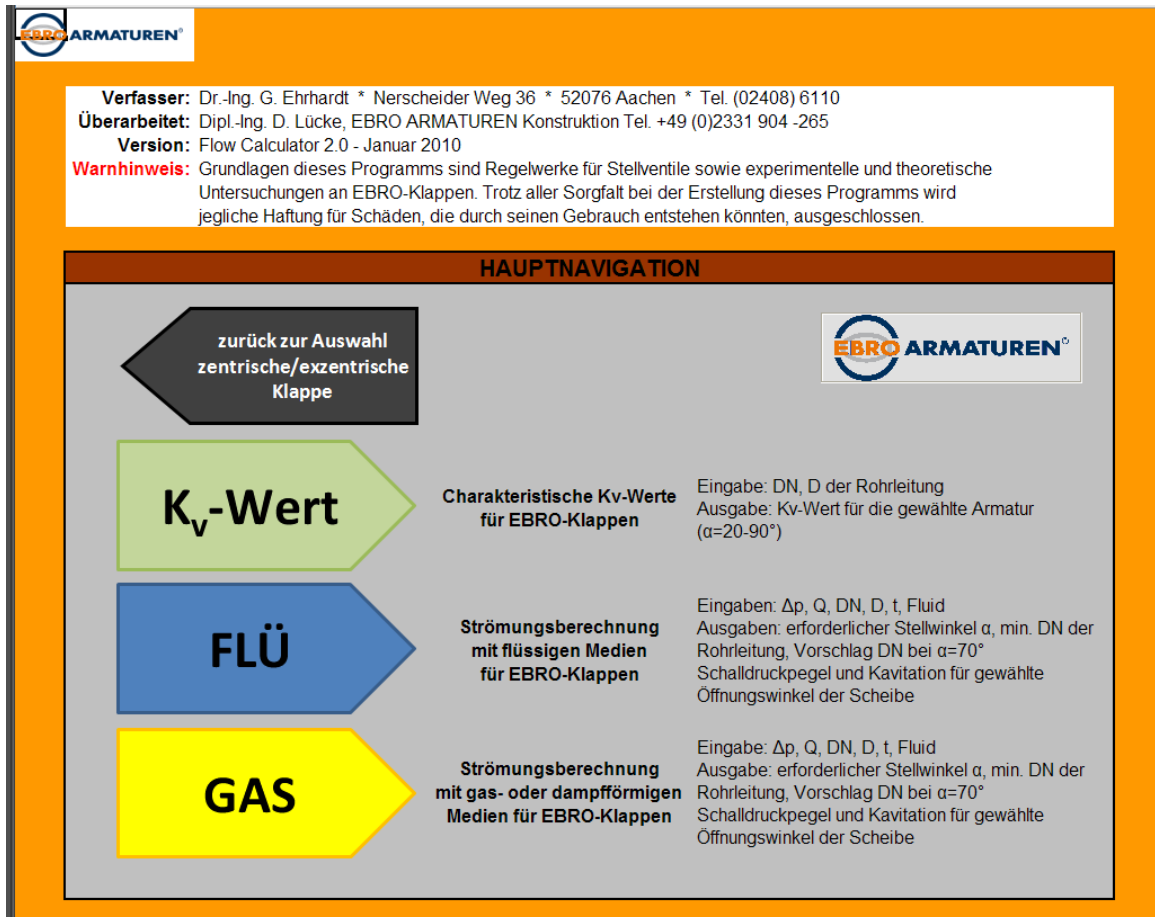
Auf der linken Seite kann die Bauart der zu berechnenden Absperrklappe ausgewählt werden. Mit den grauen Tasten wird die entsprechende Bauart [zentrische Klappen] oder [exzentrische Klappen] ausgewählt werden. Die Tabelle gibt Auskunft darüber, mit welchen Klappen anschließend berechnet werden kann, welche Druckstufe, welchen Manschettentyp sie haben und in welchem Register die Absperrklappen jeweils im EBRO-Katalog zu finden sind.

Unter dieser Auswahl sind Informationen zu Verfasser/Auftragsgeber zu finden, sowie die Dokumentation des Programms, durch anklicken der grauen Schaltfläche [Dokumentation].

4.3 Berechnung zentrische/exzentrische Klappen

Durch Auswahl einer Absperrklappen-Bauart (Kapitel 4.2.2), wird die „Hauptnavigation“ geöffnet. Von hier an führen beschriftete Pfeile durch das Programm.

Grundsätzlich gilt: Nach links weisende Pfeile führen zurück zur vorherigen Auswahl, nach rechts weisende Pfeile führen in weitere Programme.



nach links weisender Pfeil:

- „zur Auswahl zentrische/exzentrische Klappe“:

Durch klicken dieses Pfeils gelangt man zurück zur Startseite (Kapitel 4.2)

nach rechts weisende Pfeile:

- K_v-Wert (Kapitel 4.4)
Fluidunabhängige Berechnung von K_v-Werten für verschiedenen Klappentypen.
- FLÜ (Kapitel 4.5)
Berechnung von Strömungskennwerten für verschiedene Klappentypen mit flüssigen Medien.
- GAS (Kapitel 4.6)
Berechnung von Strömungskennwerten für verschiedene Klappentypen mit gasförmigen Medien.

4.4 Berechnung Kv-Wert zentrische/exzentrische Klappen

Die Berechnung des Kv-Wertes ist Fluidunabhängig.

Zur Berechnung müssen folgende Daten eingegeben/ausgewählt werden:

1. EBRO Type [Auswahl]

Abhängig von der ausgewählten Bauart auf der Startseite (Kapitel 4.2.2) kann der Bauarttyp noch präziser bestimmt werden.

→ Wurde „zentrische Klappe“ gewählt ist standardmäßig eine der EBRO Klappentyp Z011/014; F012 ausgewählt. Mit dem [Auswahl]-Button kann der Klappentyp auf T200 geändert werden. Wird der Typ T200 ausgewählt, muss anschließend aus den Typen T200-A metallisch, T200-C metallisch, T200-A PTFE (ummantelte Scheibe) und T200-C PTFE (ummantelte Scheibe) gewählt werden.

→ Wurde „exzentrische Klappe“ gewählt ist standardmäßig der EBRO Klappentyp HP111/114 ausgewählt. Mit dem [Auswahl]-Button kann der Klappentyp auf HP111/114-E und HP111/114-C geändert werden.

2. Mit den Schaltflächen auf der linken Seite kann die Nennweite DN der Absperrklappe ausgewählt werden. Es sind immer nur die Schaltflächen für die Nennweiten sichtbar, welche auch tatsächlich für den gewählten Klappentyp vorhanden sind.
3. Der Innendurchmesser D der Leitung. Dieser sollte nicht kleiner als die gewählte Nennweite sein. Ist DN größer als D dann erscheint die Meldung „DN > D“ (Kapitel 4.7)

Ausgabedaten:

Sind die Daten eingegeben und ausgewählt, wird der K_v -Wert der Klappe für den Öffnungswinkel von $\alpha=20^\circ$ - 90° sowohl grafisch (Diagramm links) als auch tabellarisch angezeigt.

Wenn der Innendurchmesser D der Leitung größer ist als die gewählte Nennweite DN der Klappe, wird der K_v -Wert davon beeinflusst. Angezeigt wird dies in der Tabelle und auch in dem zweiten Diagramm rechts. In der Tabelle wird der Rohrleitungsgeometriefaktor F_p angezeigt. In der Reihe daneben der neu berechnete K_v -Wert unter Einfluss des Rohrleitungsgeometriefaktors $F_p \cdot K_v$.

Auswahl

DN

20
25
32
40
50
65
80
100
125
150
200
250
300
350
400
450
500

600
700
750
800
900
1000
1050
1100
1200
1300
1350
1400
1500
1600
1650
1800
2000

14.06.2010 11:14

Kennung: - **EBRO Type**

Projekt: - **Auswahl**

Item-Nr: -


EBRO Type: **Z011/014;F012**

PN = 25 Nennndruck

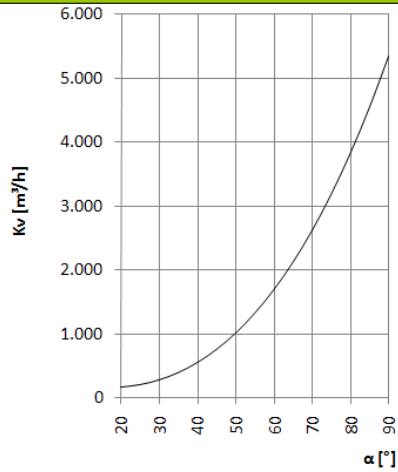
DN = 250 Nennweite der Klappe

D[mm] = 300,0 Innen-Ø der Leitung

Kommentare

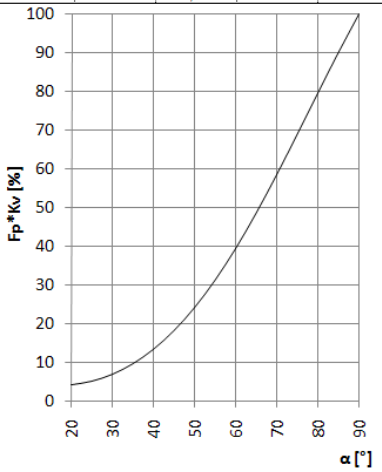


α °	K_V m³/h	F_P -	$F_P * K_V$ m³/h	$F_P * K_V$ %
20	176	1,00	176	4
25	216	1,00	215	5
30	290	1,00	290	7
35	404	1,00	404	10
40	562	1,00	560	13
45	766	0,99	761	18
50	1.021	0,99	1.009	24
55	1.331	0,98	1.305	31
60	1.699	0,97	1.646	39
65	2.129	0,95	2.029	49
70	2.626	0,93	2.444	59
75	3.192	0,90	2.880	69
80	3.832	0,87	3.324	80
85	4.549	0,83	3.760	90
90	5.348	0,78	4.175	100



K_V [m³/h]

α [°]



$F_P * K_V$ [%]

α [°]

Daten Exportieren

Daten Importieren

NAVIGATION

Hauptnavigation

4.5 Berechnung von Strömungskennwerten für zentrische/exzentrische Klappen mit flüssigen Medien

Für diese Berechnung müssen folgende Daten eingestellt/ausgewählt werden:

1. EBRO Type [Auswahl] (Beschreibung siehe Kapitel 4.4)
2. Mit den Schaltflächen auf der linken Seite kann die Nennweite DN der Absperrklappe ausgewählt werden. Es sind immer nur die Schaltflächen für die Nennweiten sichtbar, welche auch tatsächlich für den gewählten Klappentyp vorhanden sind.
3. Der Druck vor der Klappe p_1 in bar abs.
4. Die Temperatur des Mediums
5. Das Medium selbst. Hier kann eine Fluid Nr. eingegeben werden. Die dazugehörigen Medien sind in der Tabelle rechts aufgeführt. Die Stoffwerte ρ , η , ρ_v und ρ_c der Fluide Nr. 1 bis 3 werden nach Eingabe von t berechnet. Für andere Fluide müssen die Stoffwerte in die Stoffwertetabelle eingegeben werden.
6. Der Volumenstrom Q in m^3/h – sollte ein Massenstrom in kg/h vorgegeben sein, so kann dieser mit der „Hilfe für die Umrechnung von W in Q “ in den Volumenstrom umgerechnet werden. Allerdings muss hierfür vorher die Temperatur und die Fluid-Nr. eingegeben werden.
7. Der Druckverlust der Klappe $\Delta p = p_2 - p_1$.
8. Der Innendurchmesser D der Leitung. Auch hier gilt wieder wie bei der Berechnung des K_v -Wertes, der Innendurchmesser D muss größer oder gleich der gewählten Nennweite der Absperrklappe sein. (Kapitel 4.7)

Ausgabedaten:

- „Eingabe von Δp , DN und D “
 DN_{\min} : Die Mindest-Nennweite der Leitung bei den eingegebenen Strömungskennwerten.
 $\alpha = 70^\circ$: DN: Vorgeschlagenen Nennweite der Absperrklappe bei einem Öffnungswinkel von 70°
DN: gewählte Nennweite der Absperrklappe
 $\alpha[^\circ]$: Der erforderliche Stellwinkel, welcher sich aus den eingegebenen Strömungskennwerten ergibt.
- „Berechnung mit konst. Q “
Berechnet wird Δp , K_v , V , V_K , Re_v , F_R , F_P und den Schalldruckpegel sowie der Faktor x_F/z_v abhängig von dem eingegebenen Volumenstrom Q . Der Druckverlust hängt von dem eingestellten Stellwinkel α (Öffnungswinkel) ab.
- „Berechnung mit konst. Δp “
Berechnet wird Q , K_v , V , V_K , Re_v , F_R , F_P und den Schalldruckpegel sowie den Faktor x_F/z_v abhängig von dem eingegebenen Differenzdruck Δp . Der Volumenstrom hängt von dem eingestellten Stellwinkel α (Öffnungswinkel) ab.

Auswahl
DN = 20
25
32
40
50
65
80
100
125
150
200
250
300
350
400
450
500
600
700
750
800
900
1000
1050
1100
1200
1300
1350
1400
1500
1600
1650
1800
2000

Kennung: -
Projekt: -
Item-Nr: -
EBRO-Type: **Z011/014;F012**
PN= 25 Nenndruck

Eingabe Fluiddaten
p₁[bar abs] = 1,300 Druck vor der Klappe
t[°C] = 20,0 Temperatur
Fluid Nr. 1 Wasser
Q[m³/h] = 175,0 Volumenstrom
W[kg/h] = 174.678 Massenstrom

Hilfe für die Umrechnung von W in Q
Q[m³/h] = 0,000
W[kg/h] = 0

Eingabe von Δp, D und DN
Δp[bar] = 0,004 Druckverlust der Klappe
DN_L min = 250 Mindest-DN der Leitung
D[mm] = 250,0 Innen-Ø der Leitung
α = 70°: DN = 250 vorgeschlagene Nennweite
DN = 250 gewählte Nennweite
α[*] = 70 erforderlicher Stellwinkel

Ausgabe
Berechnung mit konst. Q = 175 m³/h
Tabelle und Grafik siehe Navigation
α[*] = 70 Stellwinkel
Δp[bar] = 0,0044 Druckverlust der Klappe
K_v[m³/h] = 2,626 Durchflusskoeffizient
V[m/s] = 1,0 Geschwindigkeit in der Leitung
V_K[m/s] = 1,9 Geschwindigkeit im Drosselquerschnitt
Re_v = 2,4E+5 Klappen-Reynolds-Zahl
F_R = 0,999 Reynolds-Zahl-Faktor
F_P = 1,000 Rohrleitungsgeometrie-Faktor
ΔL_F[dB(A)] = - spezifisches Korrekturglied
L_A[dB(A)] = 28 Schalldruckpegel bei 1m
x_F / z_F = 0,02 Kavitation ab x_F/z_F > 1

Berechnung mit konst Δp = 0,004 bar
Tabelle und Grafik siehe Navigation
α[*] = 70 Stellwinkel
Q[m³/h] = 174 Volumenstrom
K_v[m³/h] = 2,626 Durchflusskoeffizient
V[m/s] = 1,0 Geschwindigkeit in der Leitung
V_K[m/s] = 1,9 Geschwindigkeit im Drosselquerschnitt
Re_v = 2,4E+5 Klappen-Reynolds-Zahl
F_R = 0,999 Reynolds-Zahl-Faktor
F_P = 1,000 Rohrleitungsgeometrie-Faktor
ΔL_F[dB(A)] = - spezifisches Korrekturglied
L_A[dB(A)] = 22 Schalldruckpegel bei 1m
x_F / z_F = 0,02 Kavitation ab x_F/z_F > 1

14.06.2010 11:14

EBRO Type
Auswahl

Drucken mit Diagrammen

Stoffwerte von Fluiden
t[°C]=Temperatur
ρ[kg/m³]=Dichte
η[Ns/m²]=dynamische Zähigkeit
p_s[bar abs]=Siededruck
p_t[bar abs]=thermodynamischer kritischer Druck
c_L[m/s]=Schallgeschwindigkeit

Nr	Name	t	ρ	η	p _v	p _c	C _L
1	Wasser	20	998	1,02E-03	0,023	220,6	1400
2	Dieselloil	20	837	4,16E-03	0,017	40,0	1250
3	Thermalöl A	20	890	1,52E-02	0,000	2,0	1190
4	Gipsschlamm	20	1160	4,86E-04	0,190	220,6	
5		20					
6	Zucker	20	1450	9,00E+01	0,312	220,6	
7		20					
8		20					

Sound pressure level standard

☒ IEC 60534 (2005) - aktuelle Norm

☐ VDMA 24422 (1979) - alte Norm

Daten exportieren
Daten importieren

NAVIGATION

Hauptnavigation

DIAGRAMME

Δp = konstant

Q = konstant

Im Navigationsmenü rechts unten führt der Pfeil nach links zurück zur Auswahlseite „K_v-Wert, FLÜ und GAS“.

Die beiden nach rechts weisenden Pfeile führen zu zwei Tabellen/Diagrammseiten. Die erste zeigt Tabellen/Diagramme für einen Öffnungswinkel α=20-90° abhängig von dem konstanten Druckverlust.

Die zweite zeigt Tabellen/Diagramme für einen Öffnungswinkel α=20-90° abhängig von dem konstanten Volumenstrom.

Mit diesen Tabellen/Diagrammen können die Strömungskennwerte abhängig von Öffnungswinkeln angezeigt werden, sowie die Strömungskennwerte bei optimalem Öffnungswinkel.

4.6 Berechnung von Strömungskennwerten für zentrische/exzentrische Klappen mit gasförmigen Medien

Für diese Berechnung müssen folgende Daten eingestellt/ausgewählt werden.

1. EBRO Type [Auswahl] (Beschreibung siehe Kapitel 4.4)
2. Mit den Schaltflächen auf der linken Seite kann die Nennweite DN der Absperrklappe ausgewählt werden. Es sind immer nur die Schaltflächen für die Nennweiten sichtbar, welche auch tatsächlich für den gewählten Klappentyp vorhanden sind.
3. Der Druck vor der Klappe p_1 in bar abs.
4. Die Temperatur des Mediums.
5. Das Medium selbst. Hier kann eine Fluid Nr. eingegeben werden. Die dazugehörigen Medien (Gase bzw. Dämpfe im Normalzustand) sind in der Tabelle rechts aufgeführt. In die grauen Felder können andere Medien eingegeben werden. Hierbei ist zu beachten, dass wenn keine Molmasse M für das Medium angegeben wird, nicht mit der Schallpegelberechnung nach IEC 60534 gerechnet werden kann. Für diese Berechnungen (ohne Angabe der Molmasse) muss rechts auf die alte Berechnungsnorm VDMA 24422 gewechselt werden.

Zur Berechnung der Normaldichte ρ_N von neuen Medien muss der Druck vor der Klappe p_1 , und die Temperatur t_1 eingegeben werden. Anschließend wird rechts unten unter „Hilfe für die Umrechnung von ρ_1 in ρ_N “ die Dichte ρ_1 eingegeben. Anschließend kann die Normaldichte ρ_N abgelesen und eingetragen werden. (Anzuwenden im Zweifelsfall, insbesondere bei hohem Druck p_1 und tiefer Temperatur t_1 .)

Bei unbekanntem κ ist die Eingabe $\kappa=1,3$ für praktische Belange meist hinreichend genau.

6. Der Volumenstrom „normal“ Q_N in m^3/h – sollte ein Massenstrom in kg/h vorgegeben sein, so kann dieser mit der „Hilfe für die Umrechnung von W in Q“ in den Volumenstrom umgerechnet werden. Allerdings muss hierfür vorher die Temperatur und die Fluid-Nr. eingegeben werden.
7. Der Druckverlust der Klappe $\Delta p = p_2 - p_1$.
8. Der Innendurchmesser D der Leitung. Auch hier gilt wieder wie bei der Berechnung des Kv-Wertes, der Innendurchmesser D muss größer oder gleich der gewählten Nennweite der Absperrklappe sein. (s. Kapitel „Meldungen“)

Ausgabedaten:

- „Eingabe von Δp , DN und D“

DN_{\min} : Die Mindest-Nennweite der Leitung bei den eingegebenen Strömungskennwerten.

$\alpha = 70^\circ$: DN: Vorgeschlagenen Nennweite der Absperrklappe bei einem Öffnungswinkel von 70°

DN: gewählte Nennweite der Absperrklappe

$\alpha[^\circ]$: Der erforderliche Stellwinkel, welcher sich aus den eingegebenen Strömungskennwerten ergibt.

- „Berechnung mit konst. Q“

Berechnet wird Δp , K_v , V , V_K , Re_V , F_R , F_P und den Schalldruckpegel sowie den Faktor x_F/z_F abhängig von dem eingegebenen Volumenstrom Q . Der Druckverlust ist abhängig von dem eingestellten Stellwinkel (Öffnungswinkel) geändert.

- „Berechnung mit konst. Δp “

Berechnet wird Q , K_v , V , V_K , Re_V , F_R , F_P und den Schalldruckpegel sowie den Faktor x_F/z_F abhängig von dem eingegebenen Differenzdruck Δp . Der Volumenstrom ist abhängig von dem eingestellten Stellwinkel (Öffnungswinkel) geändert.

Auswahl DN		EBRO ARMATUREN®		14.06.2010 11:14		Drucken mit Diagrammen	
20	Kenntung: -	EBRO Type					
25	Projekt: -	Auswahl					
32	Item-Nr.:						
40	EBRO Type: 2011/014:F012						
50	PN= 25	Nenndruck					
60							
65							
80							
100							
125							
150							
200							
250							
300							
350							
400							
450							
500							
Eingabe Fluiddaten							
<p>p_1 [bar abs] = 1,410 Druck vor der Klappe</p> <p>t_1 [°C] = 73,2 Temperatur vor der Klappe</p> <p>Fluid Nr. 19 Methan</p> <p>Q_v [m³/h] = 300 Volumenstrom "Normal"</p> <p>Q_v [m³/h] = 273 Volumenstrom "Betrieb"</p> <p>W [kg/h] = 215 Massenstrom</p>							
Hilfe für die Umrechnung von W in Q							
<p>Q_v [m³/h]</p> <p>Q_v [m³/h] = 0</p> <p>W [kg/h] = 0</p>							
Eingabe von Δp, D und DN							
<p>Δp [bar] = 0,200 Druckverlust der Klappe</p> <p>DN_{\min} = 40 Mindest-DN der Leitung</p> <p>D [mm] = 500,0 Innen-Ø der Leitung</p> <p>$\alpha = 70^\circ$: DN = 32 vorgeschlagene Nennweite</p> <p>DN = 250 gewählte Nennweite</p> <p>α [°] = 20 erforderlicher Stellwinkel</p>							
Ausgabe							
<p>Berechnung mit konst. $Q = 300$ m³/h</p> <p>Tabelle und Grafik siehe Navigation</p> <p>α [°] = 89 Stellwinkel</p> <p>Δp [bar] = 0,0000 Druckverlust der Klappe</p> <p>V_1 [m/s] = 0,4 V in Leitung vor der Klappe</p> <p>V_2 [m/s] = 0,4 V in Leitung hinter der Klappe</p> <p>K_v [m³/h] = 2,521 Durchflusskoeffizient</p> <p>ψ [-] = 1,000 Expansionsfaktor</p> <p>F_F [-] = 0,734 Rohrleitungsgeometrie-Faktor</p> <p>L_A [dB(A)] = 0 Schalldruckpegel bei 1m</p>							
Berechnung mit konst. $\Delta p = 0,009$ bar							
<p>Tabelle und Grafik siehe Navigation</p> <p>α [°] = 26 Stellwinkel</p> <p>Q_v [m³/h] = 3488 Volumenstrom "Normal"</p> <p>Q_v, Q_v, W [%] = 1162,6 prozentuale Ströme</p> <p>V_1 [m/s] = 4,5 V in Leitung vor der Klappe</p> <p>V_2 [m/s] = 5,2 V in Leitung hinter der Klappe</p> <p>K_v [m³/h] = 228 Durchflusskoeffizient</p> <p>ψ [-] = 0,879 Expansionsfaktor</p> <p>F_F [-] = 0,997 Rohrleitungsgeometrie-Faktor</p> <p>L_A [dB(A)] = 77 Schalldruckpegel bei 1m</p>							
Fluide (Gase bzw. Dämpfe) bei Normalzustand							
<p>ρ_N [kg/m³] = Dichte bei Normalzustand (1,013bar, 0°C)</p> <p>κ [-] = Isentropenexponent</p> <p>M [g/mol] = molare Masse</p>							
No	Name	Formel	ρ_N	κ	M		
1	Acetylen	C_2H_2	1,172	1,23	26,04		
2	Ammoniak	NH_3	0,771	1,31	17,03		
3	Argon	Ar	1,784	1,65	39,95		
4	Athan	C_2H_6	1,357	1,20	30,07		
5	Athylen	C_2H_4	1,260	1,25	28,05		
6	Benzol	C_6H_6	3,485		78,11		
7	Butan-n	C_4H_{10}	2,732		58,12		
8	Butan-i	C_4H_{10}	2,647		58,12		
9	Butylen	C_4H_8	2,503		56,11		
10	Chlor	Cl_2	3,214	1,34	70,91		
11	Chlorwasserstoff	HCl	1,639	1,39	36,46		
12	Cyanwasserstoff	HCN	1,225		27,03		
13	Dicyan	C_2N_2	2,349		52,04		
14	Helium	He	0,178	1,63	4,00		
15	Kohlenmonoxid	CO	1,250	1,40	28,01		
16	Kohlendioxid	CO_2	1,977	1,30	44,02		
17	Kohlenmonoxidsulfid	COS	2,721		60,07		
18	Luft		1,293	1,40	28,96		
19	Methan	CH_4	0,717	1,31	16,04		
20	Methylchlorid	CH_3Cl	2,308		50,49		
21	Neon	Ne	0,900	1,64	20,18		
22	Propan	C_3H_8	2,010		44,10		
23	Propylen	C_3H_6	1,915		42,08		
24	Sauerstoff	O_2	1,429	1,40	32,00		
25	Schwefeldioxid	SO_2	2,926	1,28	64,06		
26	Schwefelkohlenstoff	CS_2	3,475		76,14		
27	Schwefelwasserstoff	H_2S	1,536	1,33	34,08		
28	Stickoxid	NO	1,340	1,39	30,01		
29	Distickoxid	N_2O	1,980	1,28	46,01		
30	Stickstoff (rein)	N_2	1,251	1,40	28,01		
31	Luftstickstoff		1,257	1,40			
32	Toluol	C_7H_8	4,111		92,14		
33	Wasserdampf	H_2O	0,804	1,33	18,02		
34	Wasserstoff	H_2	0,090	1,41	2,01		
35	Xylol	C_8H_{10}	4,737		106,17		
36	Sondergas		1,370	1,30			
37	Ethanol		0,780	1,30			
38	Erdgas		0,800	1,31	16,00		
39	Biogas		1,270	1,31			
40	Koksgas		1,300	1,30			
Schalldruckpegel-Norm							
<p>IEC 60534 (2005) - aktuelle Norm</p> <p>VDMA 24422 (1979) - alte Norm</p>							
Daten Exportieren							
Daten Importieren							
NAVIGATION							
<p>Hauptnavigation</p>							
DIAGRAMME							
<p>$\Delta p = \text{konstant}$</p> <p>$Q = \text{konstant}$</p>							
Hilfe für die Umrechnung von ρ_1 in ρ_N							
<p>Normaldruck $p_N = 1,013$ bar abs</p> <p>Normaltemperatur $t_N = 0$ °C</p> <p>Betriebsdichte bei p_1, t_1: $\rho_1 = 10,000$ kg/m³</p> <p>Normaldichte $\rho_N = 9,111$ kg/m³</p>							

Im Navigationsmenü rechts führt der Pfeil nach links zurück zur Auswahlseite „ K_v -Wert, FLÜ und GAS“. Die beiden nach rechts weisenden Pfeile führen zu zwei Tabellen/Diagrammseiten. Die erste zeigt Tabellen/Diagramme für einen Öffnungswinkel $\alpha=20-90^\circ$ abhängig von dem konstantem Druckverlust. Die zweite zeigt Tabellen/Diagramme für einen Öffnungswinkel $\alpha=20-90^\circ$ abhängig von dem konstanten Volumenstrom.

Mit diesen Tabellen/Diagrammen können die Strömungskennwerte abhängig von den Öffnungswinkeln angezeigt werden, sowie die Strömungskennwerte bei optimalem Öffnungswinkel.

4.7 Kurzfassung Strömungsberechnung Eingabe und Ausgabedaten

Eingaben	Ausgaben
K_v-Wert	
DN, D, EBRO-Type	K _v , F _p , F _p *K _v
FLÜ	
p ₁ , t, Fluid Nr., Q, Δp, D, DN, EBRO-Type	ρ, η, p _v , p _c , DN _{Lmin} , DN-Vorschlag, Stellwinkel α
neues Fluid:	Diagramme mit Q = konst
Name, ρ, η, p _v , p _c , (c _L)	Diagramme mit Δp = konst
GAS	
p ₁ , t ₁ , Fluid-Nr., Q _N , Δp, D, DN, EBRO-Type	Q ₁ , W, DN _{Lmin} , DN- Vorschlag, Stellwinkel α
neues Fluid:	Diagramme mit Q _N = konst
Name, ρ _N , κ, (M)	Diagramme mit Δp = konst

5 Meldungen

Meldungen erscheinen, wenn Eingaben oder Ergebnisse außerhalb zulässiger Grenzen liegen.



Bei der Berechnung der Strömungskennwerte sollte keine Meldung auftreten, da die Berechnung sonst fehlerhaft sein kann!

Beispiele für Meldungen		
Eingabe	Meldung	Hilfe
t [°C] = 181	t > 180 °C	Wähle eine Temperatur kleiner oder gleich 180°C
DN = 250; D=300	DN < D; D > DN	Wähle einen größeren DN oder einen kleineren Rohrdurchmesser D

6 Hinweise

6.1 Geschwindigkeiten

Für Geschwindigkeiten in Rohrleitungen gelten üblicherweise folgende Empfehlungen:

Flüssigkeiten: V bis ca. 3 m/s

Gase/Dämpfe: V bis ca. 30 m/s

Ausnahmen sind z.B.

- kurze Leitungen mit V > 5 m/s bei Flüssigkeiten (langsam schliessen, sonst Wasserhammer!)
- Entspannungsleitungen V > 200 m/s bei Gasen und Dämpfen

6.2 Kavitation

Kavitation sollte grundsätzlich vermieden werden. Sie setzt ein, wenn $x_f/z_y > 1$ wird. Kavitation bis $x_f/z_y = 2$ sollte nur kurzfristig zugelassen werden. Kavitation über $x_f/z_y = 2$ hinaus sollte auch nur kurzfristig zugelassen werden.

Ausnahme: Kavitation bis $x_f/z_y = 3$ während des Öffnungs- bzw. Schließvorgangs.

7 Berechnung des Schalldruckpegels LA

Die Berechnung des Schalldruckpegels kann auf zwei Wegen berechnet werden:

1. Berechnung in Übereinstimmung mit VDMA 24422 (1979)

Dies ist eine ältere, aber nicht ungültige Norm. Diese Berechnung kann man nutzen, wenn man für ein Fluid keine Schallgeschwindigkeit gegeben hat (Kapitel 4.5) oder keine Molare Masse (Kapitel 4.6).

Sound pressure level standard

<input type="checkbox"/>	IEC 60534 (2005) - aktuelle Norm
<input checked="" type="checkbox"/>	VDMA 24422 (1979) - alte Norm

2. Berechnung nach IEC 60534-8-4 (2005) für Flüssigkeiten oder IEC 60534-8-3 (2000) für Gase und Dämpfe

Sound pressure level standard

<input checked="" type="checkbox"/>	IEC 60534 (2005) - aktuelle Norm
<input type="checkbox"/>	VDMA 24422 (1979) - alte Norm

Die Berechnungsnorm kann durch einen Klick auf das Rechteck vor der jeweiligen Norm geändert werden.


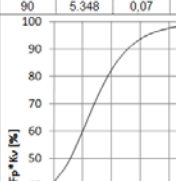
8 Export und Import von Berechnungen

Um die Berechnungsdaten zu sichern können sie exportiert werden. Man kann exportierte Daten jederzeit wieder importieren wenn sie wiederverwendet werden sollen. Die Export-Box stellt die Daten dar, welche exportiert werden.

Daten exportieren

Daten importieren

Item-Nr.:	25	216	0,87
EBRO Type: Z011/014/F012	30	290	0,80
PN = 16 Nenndruck	35	404	0,69
DN = 250 Nennweite der Klappe	40	562	0,57
D(mm)= 100,0 Innen-Ø der Leitung	45	766	0,45
Kommentare	50	1.021	0,36
DN ist größer als D	55	1.331	0,28
	60	1.699	0,22
	65	2.129	0,18
	70	2.626	0,15
	75	3.192	0,12
	80	3.832	0,10
	85	4.549	0,09
	90	5.348	0,07

Export

EXPORTDATEN

Auftraggeber: _____

Auftrag-Nr.: _____

Pos.-Nr.: _____

EBRO-Type: Z011/014/F012

PN: 16

p1: _____

t: _____

Fluid-Nr.: _____

Q: _____

Δp: _____

D: 100

DN: 250

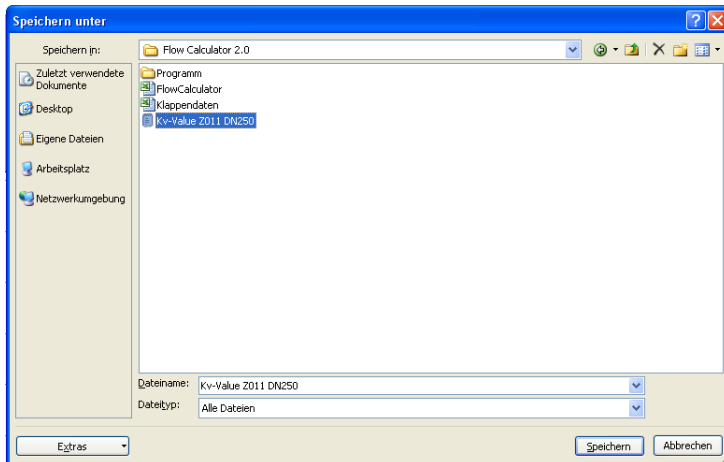
α1: _____

α2: _____

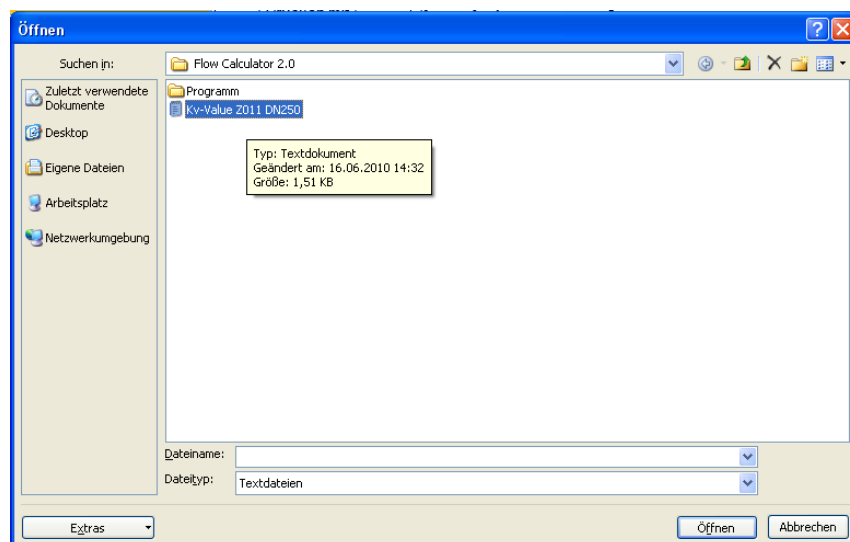
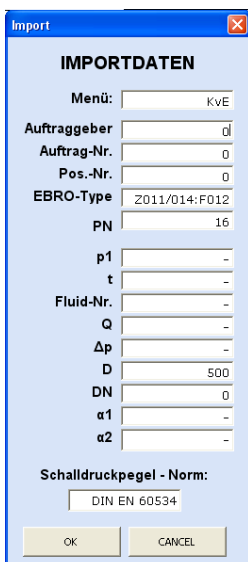
Schalldruckpegel - Norm: DIN EN 60534

OK CANCEL

Wenn der „OK“-Button der Box geklickt wird, erscheint das Fenster zum Speichern der Export-Datei. Hier kann man einen Ordner zum Speichern wählen, zum Beispiel den „Flow Calculator 2.0“-Ordner. Der Dateiname sollte ohne eine Dateiendung eingegeben werden. Die Datei wird als TXT-Datei gespeichert (Wenn man eine Dateiendung eingibt wird die Datei trotzdem als TXT-Datei gespeichert. Mit einem Klick auf „Speichern“ wird die Datei gespeichert.



Nach dem anwählen des „Import“-Buttons wird zunächst das „Öffnen“-Fenster geöffnet in welchem man den Speicherort der Import-Datei herausucht und die Datei auswählt. Nach dem öffnen der Datei öffnet sich die Import-Box in welcher die zu Importierenden Daten angezeigt werden. Nach auswählen von „OK“ werden die Daten schließlich importiert, „Cancel“ bricht den Import ab.



9 Drucken

Anleitung zum PDF-drucken der Eingabedaten mit den Diagrammen.
mit dem Flow Calculator & FreePDF XP

Auswahl
DN = 20
Projekt: 2
Item-Nr: 3
EBRO-Type: 2011/014;F012
PN= 16
Neindruck

Eingabe Fluiddaten
p₁[bar abs] = 8,000
t₁[°C] = 20,0
Fluid Nr. 1
Q[m³/h] = 700,0
W[kg/h] = 698,712

Hilfe für die Umrechnung von W in Q
Q[m³/h] = 0,000
W[kg/h] = 0

Eingabe von Ap, D und DN
Δp[bar] = 0,500
DN_{min} = 150
D[mm] = 150,0
α = 70°
DN = 150
α₁ = 75

Ausgabe
Berechnung mit konst. Q = 700 m³/h
Tabelle und Grafik siehe Navigation
α₁ = 65
Δp[bar] = 1,1701
K_v[m³/h] = 647
V₁[m/s] = 11,0
V₂[m/s] = 26,3
Re_v = 1,8E+6
F_R = 1,000
F_p = 1,000
ΔL_p[dB(A)] = -
L_A[dB(A)] = 89
x_p / z_p = 1,61

Berechnung mit konst Δp = 0,500 bar
Tabelle und Grafik siehe Navigation
α₁ = 65
Q[m³/h] = 458
K_v[m³/h] = 647
V₁[m/s] = 7,2
V₂[m/s] = 17,2
Re_v = 1,2E+6
F_R = 1,000

Stoffwerte von Fluiden
t[°C]=Temperatur
ρ[kg/m³]=Dichte
η[Ns/m²]=dynamische Zähigkeit
p_s[bar abs]=Siededruck
p_k[bar abs]=thermodynamischer kritischer Druck
c_s[m/s]=Schallgeschwindigkeit

Nr	Name	t	ρ	η	p _s	p _k
1	Wasser	20	998	1,02E-03	0,023	220,6
2	Diesolöl	20	837	4,16E-03	0,017	40,0
3	Thermalöl A	20	890	1,52E-02	0,000	2,0
4	Gipsschlamm	20	1160	4,86E-04	0,190	220,6
5		20				
6	Zucker	20	1450	9,00E+01	0,312	220,6
7		20				
8		20				

Sound pressure level standard
IEC 60534 (2005) - aktuelle Norm
VDMA 24422 (1979) - alte Norm

NAVIGATION
Hauptnavigation
DIAGRAMME
Δp = konstant

Druckereinstellung
Drucker:
\\FEN039\HP LaserJet 4300 PCL 5e
CONVAL PDF Interface
FreePDF XP
HP Color Inkjet CP1700
HP Color LaserJet 3700 PCL 6
HP DesignJet 500PS424+HPGL2 Card
Microsoft XPS Document Writer
SHARP AR-507 PCL5e
Optionen... OK Abbrechen

Stoffwerte von Fluiden
t[°C]=Temperatur
ρ[kg/m³]=Dichte
η[Ns/m²]=dynamische Zähigkeit
p_s[bar abs]=Siededruck
p_k[bar abs]=thermodynamischer kritischer Druck
c_s[m/s]=Schallgeschwindigkeit

Nr	Name	t	ρ	η	p _s	p _k
1	Wasser	20	998	1,02E-03	0,023	220,6
2	Diesolöl	20	837	4,16E-03	0,017	40,0
3	Thermalöl A	20	890	1,52E-02	0,000	2,0
4	Gipsschlamm	20	1160	4,86E-04	0,190	220,6
5		20				
6	Zucker	20	1450	9,00E+01	0,312	220,6
7		20				
8		20				

Sound pressure level standard
IEC 60534 (2005) - aktuelle Norm
VDMA 24422 (1979) - alte Norm

NAVIGATION
Hauptnavigation
DIAGRAMME
Δp = konstant

Auswahl
DN = 20
25
32
40
50
65
80
100
125
150
200
250
300
350
400
450
500

Kennung: 1
Projekt: 2
Item-Nr: 3
EBRO-Type: Z011/014:F012
PN= 16
Nenndruck

Eingabe Fluiddaten
p₁[bar abs] = 6,000
t₁[°C] = 20,0
Fluid Nr. 1
Q[m³/h] = 700,0
W[kg/h] = 698.712

Hilfe für die Umrechnung von W in Q
Q[m³/h] = 0,000
W[kg/h] = 0

Eingabe von Δp, D und DN
Δp[bar] = 0,500
DN_{min} = 150
D[mm] = 150,0
α = 70°
DN = 150
DN = 150
α₁ = 75

Ausgabe
Berechnung mit konst. Q = 700 m³/h
Tabelle und Grafik siehe Navigation

α₁ = 85
Δp[bar] = 1,1701
K_v[m³/h] = 647
V₁[m/s] = 11,0
V₂[m/s] = 26,3
Re_v = 1,8E+6
F_R = 1,000
F_p = 1,000
ΔL_p[dB(A)] = -
L_A[dB(A)] = 89
x_c / z_y = 1,61

Berechnung mit konst Δp = 0,500 bar
Tabelle und Grafik siehe Navigation

α₁ = 85
Q[m³/h] = 458
K_v[m³/h] = 647
V₁[m/s] = 7,2
V₂[m/s] = 17,2
Re_v = 1,2E+6
F_R = 1,000

17.02.2010 09:06

EBRO Type
Auswahl

Drucken mit Diagrammen

Stoffwerte von Fluiden
t₁[°C]=Temperatur
ρ[kg/m³]=Dichte
η[Ns/m²]=dynamische Zähigkeit
p_s[bar abs]=Siededruck
p_c[bar abs]=thermodynamischer kritischer Druck
c_s[m/s]=Schallgeschwindigkeit

Nr	Name	t	ρ	η	p _s	p _c	C _s
1	Wasser	20	998	1,02E-03	0,023	220,6	1400
2	Dieselloil	20	837	4,16E-03	0,017	40,0	1190

FreePDF XP 3.0.7
Ein Dokument folgt auf dieses Dokument
Bitte wählen Sie:
PDF-Profil: High Quality
PDF-Dateiname: FlowCalculator
☒ PDF öffnen ☐ PDF Verschlüsseln
Per E-Mail senden Ablegen Auf Desktop **MultiDoc**

NAVIGATION
Hauptnavigation
DIAGRAMME
Δp = konstant

IEC 60534-8-4 (2005)
unzulässig

Sound pressure level standard
IEC 60534 (2005) - aktuelle Norm

FreePDF XP 3.0.7
Diese Datei wird an ein bestehendes Dokument angehängt
Bitte wählen Sie:
PDF-Profil: High Quality
PDF-Dateiname: FlowCalculator
☒ PDF öffnen ☐ PDF Verschlüsseln
Per E-Mail senden Ablegen Auf Desktop **MultiDoc**

DIAGRAMME
Δp = konstant
Q = konstant

Im ersten Fenster
„MultiDoc“ auswählen

vorher evtl.
Dateinamen ändern

Im zweiten Fenster
auswählen, wie die Datei
gespeichert werden soll.

10 Quellen

- [1] DIN EN 60534-2-1: Stellventile für die Prozessregelung: Teil 2: Durchflusskapazität. Hauptabschnitt 1: Bemessungsgleichungen für inkompressible Fluide unter Einbaubedingungen. Januar 1995.
- [2] DIN EN 60534-2-2: Stellventile für die Prozessregelung. Teil 2: Durchflusskapazität. Hauptabschnitt 2: Bemessungsgleichungen für kompressible Fluide unter Einbaubedingungen. Januar 1995. 5
- [3] VDMA 24422: Armaturen - Richtlinien für die Geräuschberechnung - Regel- und Absperrarmaturen. Mai 1979.
- [4] DIN EN 60534-8-4: Stellventile für die Prozessregelung. Teil 8-4: Geräuschbetrachtungen – Vorausberechnung der Geräuschemission für flüssigkeitsdurchströmte Stellventile (2005).
- [5] DIN EN 60534-8-3: Stellventile für die Prozessregelung. Teil 8-3: Geräuschbetrachtungen – Berechnungsverfahren zur Vorhersage der aerodynamischen Geräusche von Stellventilen (2001).
- [6] Ehrhardt, G.: Geschwindigkeit V_k im Drosselquerschnitt und kritisches Differenzdruckverhältnis x_T von Drosselklappen in Abhängigkeit vom Stellwinkel. Interne Studie (1987).
- [7] Ehrhardt, G.: Durchflussmessungen an konzentrischen EBRO-Absperrklappen. Bericht Aerodynamisches Institut der RWTH Aachen vom 04.02.1982.
- [8] Ehrhardt, G.: Durchflussmessungen an EBRO-Doppelexzenterklappen DN50 und DN65 im Februar 2001.
- [9] WL Delft Hydraulics: Berichte vom Juli 1984 und vom Februar 1999 zu Versuchen an konzentrischen EBRO-Absperrklappen.
- [10] WL Delft Hydraulics: Berichte vom Mai 2000 und vom August 2000 zu Versuchen an EBRO-Doppelexzenterklappen.
- [11] EBRO ARMATUREN: Betriebsdaten. Lieferprogramm 1998.
- [12] U. Grigull (Herausgeber): Zustandsgrößen von Wasser und Wasserdampf in SI-Einheiten. Springer-Verlag 1989.
- [13] Deutsche Shell AG: Broschüren über Stoffwerte von Dieselöl und Thermalöl.
- [14] VDI 2040: Berechnungsgrundlagen für die Durchflussmessung mit Drosselgeräten. Bl. 4: Stoffwerte. VDE/VDI -Fachgruppe Messtechnik 1970.
- [15] Richter, H.: Rohrhydraulik. Springer-Verlag 1962.
- [16] Ehrhardt, G.: Durchflussmessungen an EBRO-Exzenterklappen PN16: DN80, DN125, DN150 und DN50/65 im Juli 2004 und im März 2005.
- [17] WL Delft Hydraulics: Bericht vom September 2003 zu Messungen an EBRO-Exzenterklappen PN16: DN50/65 und DN100 (Wafer-Type HP-IC).