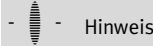


Schritt 3: Berechnung der Halte- und Abreißkräfte

Ermittlung der Haltekraft

Zur Ermittlung der Haltekraft wird einerseits die Masse des Werkstücks und andererseits die Beschleunigung benötigt.

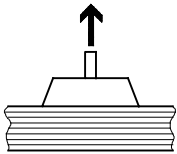


Hinweis

Die Beschleunigungskräfte, die in einer vollautomatischen Anlage wirken, sind bei der Systemauslegung eines Sauggreifers unbedingt zu berücksichtigen.

Fall 1

Sauggreiferlage horizontal, Bewegungsrichtung vertikal (günstigster Fall)



$$F_H = m \times (g + a) \times S$$

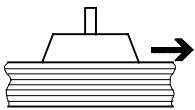
Beispiel:

$$F_H = 0,314 \text{ kg} \times \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \times 1,5$$

$$F_H \approx 7 \text{ N}$$

Fall 2

Sauggreiferlage horizontal, Bewegungsrichtung horizontal



$$F_H = m \times \left(g + \frac{a}{\mu}\right) \times S$$

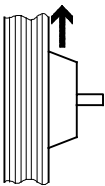
Beispiel:

$$F_H = 0,314 \text{ kg} \times \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + \frac{5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,1}\right) \times 1,5$$

$$F_H \approx 28 \text{ N}$$

Fall 3

Sauggreiferlage vertikal, Bewegungsrichtung vertikal (ungünstigster Fall)



$$F_H = \left(\frac{m}{\mu}\right) \times (g + a) \times S$$

Beispiel:

$$F_H = \left(\frac{0,314 \text{ kg}}{0,1}\right) \times \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \times 2$$

$$F_H \approx 93 \text{ N}$$

Ergebnis:

Gemäß der Aufgabenstellung muss das Ergebnis aus Fall 3 von 93 N berücksichtigt werden, da die Anlage das Werkstück auch in vertikaler Sauggreiferlage mit

vertikaler Kraft transportiert. Dieser Wert wird nun für die weitere Systemauslegung verwendet.

F_H = theoretische Haltekraft des Sauggreifers [N]
 m = Masse [kg]
 g = Erdbeschleunigung [9,81 m/s²]

a = Beschleunigung der Anlage [m/s²]
 Not-Aus-Beschleunigung beachten!

S = Sicherheit (Mindestwert 1,5fache Sicherheit, bei kritischen, inhomogenen oder porösen Werkstoffen oder rauen Oberflächen 2,0 oder höher)

μ = Reibwert¹⁾
 0,1 für ölige Oberflächen
 0,2 ... 0,3 für nasse Oberflächen
 0,5 für Holz, Metall, Glas, Stein ...
 0,6 für raue Oberflächen

1) Die angegebenen Reibwerte sind gemittelte Werte und müssen für das jeweils verwendete Werkstück überprüft werden!

Grundlagen der Vakuumtechnik

Einführung

Schritt 3: Berechnung der Halte- und Abreißkräfte

Ermittlung der Abreißkraft

- F_A = theoretische Abreißkraft [N]
- F_H = theoretische Haltekraft des Sauggreifers [N]
(Ergebnis → 45)
- n = Anzahl der Sauggreifer
(in der Beispielaufgabe sind 2 Sauggreifer geplant)

$$F_A = \frac{F_H}{n}$$

Beispiel:
 $F_A = \frac{93 \text{ N}}{2}$
 $F_A \approx 47 \text{ N}$

Abreißkraft F_A in Abhängigkeit von Sauger-Ø und Saugerform

Sauger rund		F_A bei -0,7 bar				Sauger oval		F_A bei -0,7 bar
Bestellangaben	Sauger-Ø [mm]	Standard	extratief	Faltenbalg 1,5fach	Faltenbalg 3,5fach	Bestellangaben	Saugergröße [mm]	oval
→ ess	2	0,1 N				→ ess	4x10	2 N
	4	0,4 N					4x20	3,4 N
	6	1,1 N					6x10	2,9 N
	8	2,3 N					6x20	5,9 N
	10	3,9 N		4,7 N	3,9 N		8x20	8 N
	15	8,5 N	9,8 N				8x30	10,9 N
	20	16,3 N	17 N	12,9 N	8,2 N		10x30	15,2 N
	30	40,8 N	37,2 N	26,2 N	20,8 N		15x45	32 N
	40	69,6 N	67,6 N	52,3 N	42,4 N		20x60	62,8 N
	50	105,8 N	103,6 N	72,6 N	63,4 N		25x75	92,5 N
	60	166,1 N	162,5 N				30x90	134,4 N
	80	309,7 N	275 N	213,9 N				
	100	503,6 N	440,8 N					
	150	900 N						
200	1 610 N							


Abreißkraft F_A zu niedrig
↑

Sicherer Bereich für die Beispielaufgabe

↓
Sauger-Ø für Werkstück zu groß

Hier im Beispiel entscheiden wir uns für 2 Sauggreifer:

- Ausführung rund
- Sauger-Ø 40 mm
- mit einer Abreißkraft von 69,6 N.

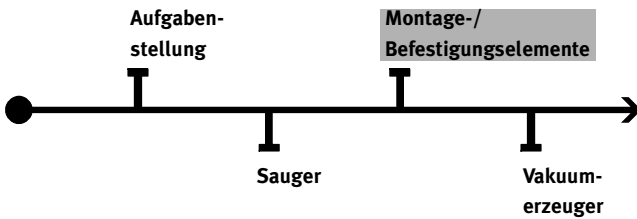
-  - Hinweis

Die Tragfähigkeit des Vakuum-Sauggreifers muss über dem errechneten Wert liegen!

Grundlagen der Vakuumtechnik

Einführung

Auswahl Montage-/Befestigungselemente



Checkliste

Werkstück	Vakuumanschluss	Anschlussart	Befestigungsart
Berücksichtigung der Werkstückoberfläche	Platzierung des Vakuumschlauches	Auswahl des Vakuumanchlusses an den Saugerhalter	Befestigung des Saugerhalters am Handlinggerät, z. B. Roboterarm
<ul style="list-style-type: none"> • Winkelausgleich bei großen Unebenheiten • Gefederte Halter bei empfindlichen Werkstücken sowie unterschiedlichen Aufnahmehöhen 	<ul style="list-style-type: none"> • oben • seitlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Gewinde, Steckanschluss, Stecknippel 	<ul style="list-style-type: none"> • Innen-/Außengewinde

Auswahl des Saugerhalters

Die Auswahl des Saugerhalters sowie der Zubehörteile „Winkelausgleich“ und „Vakuumsfilter“ geschieht über den vorab bestimmten Sauger-Ø.

Laut Beispielaufgabe sollen die Werkstücke federnd aufgenommen und abgelegt werden.

Der Anschluss der Vakuumleitungen soll seitlich über Steckanschlüsse erfolgen.

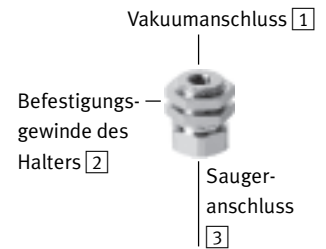
Die Befestigung der Sauggreifer soll über Außengewinde erfolgen.

- Gefederte Halter: Bei Überhub und Höhentoleranzen empfiehlt sich ein Halter mit Höhenausgleich, ebenso bei empfindlichen Werkstücken, die schonend und abgefedert aufgesetzt werden sollen.

- Unterschiedliche Vakuumanchlüsse [1]:

- oben
- seitlich
- 3 Anschlussarten [1]:
- Steckanschluss QS
- Stecknippel PK
- Gewinde G

- Unterschiedliche Befestigungsgewinde des Halters [2]:
- Innengewinde
- Außengewinde



Sauger rund

aus Beispielaufgabe

Sauger-Ø [mm]	2	4	6	8	10	15	20	30	40	50	60	80	100	150	200
Haltergröße	1		2		3		4			5			6		
Saugeranschluss [3]	3 mm		4 mm		M4x0,7		M6x1			M10x1,5			M20x2		
Bestellangaben	→ esh														









Sauger oval

Saugergröße [mm]	4x10	4x20	6x10	6x20	8x20	8x30	10x30	15x45	20x60	25x75	30x90
Haltergröße	4						5				
Saugeranschluss [3]	M6x1						M10x1,5				
Bestellangaben	→ esh										

Grundlagen der Vakuumtechnik

Einführung

FESTO

Haltertyp									
aus Beispielaufgabe ↓									
									
		HA	HB	HC	HCL	HD	HDL	HE	HF
→	Höhenausgleich	-	-					-	
Vakuumanchluss ¹									
	oben		-			-	-		
→	seitlich	-		-	-			-	-
→	Gewindeanschluss G								
	Steckanschluss QS							-	-
	Stecknippel PK							-	-
Befestigungsgewinde des Halters ²									
	Innengewinde	-		-	-	-	-	-	-
→	Außengewinde		-						

Ergebnis

Unter Berücksichtigung aller Anforderungen:

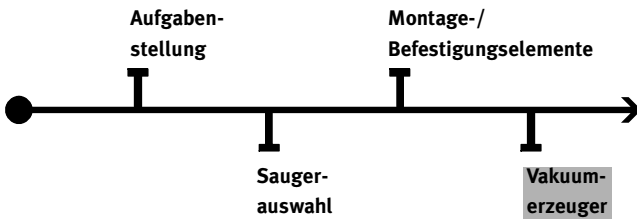
Saugerhalter HD, Größe 4



Grundlagen der Vakuumtechnik

Einführung

Auswahl Vakuum erzeuger



Bei der Auswahl eines geeigneten Ejektors spielen deshalb die schon in der Checkliste aufgeführten Kriterien die entscheidende Rolle.

- Gesamtvolumen
- Zykluszeit
- Wirtschaftlichkeit
- Funktionen
- Konstruktive Vorgaben

Hinweis

Nahezu alle Vakuum-Ejektoren von Festo erreichen ein Vakuumniveau von ca. 85%, mit Ausnahme der neuen VN-Ejektoren, die speziell auf einen Unterdruck von ca. 50% ausgelegt sind.

Zu Handlingaufgaben von leichten bis schweren Werkstücken oder Lasten können demnach alle Ejektoren ausnahmslos verwendet werden.

Checkliste

Gesamtvolumen	Zykluszeit	Wirtschaftlichkeit	Funktionen
<p>Wie hoch ist das abzusaugende Gesamtvolumen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berücksichtigung des Saugervolumens • Berücksichtigung des Saugertaltervolumens • Berechnung des Schlauchvolumens 	<p>Wie lange dauert ein Arbeitszyklus?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung der Evakuierungszeit • Ermittlung der Handling-/Rückfahrzeit • Berechnung der Belüftungszeit 	<p>Wie hoch sind die Energiekosten?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung der Energiekosten anhand des Luftverbrauchs und Anzahl der Arbeitszyklen 	<p>Welche zusätzlichen Funktionen soll der Vakuum erzeuger erfüllen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filter, Steuerung, Rückschlagventile, Vakuumschalter, Abblasfunktion, etc.

Konstruktive Vorgaben

Welche Vorgaben liegen vor?

- Abmaße, Gewicht, Einbauort etc.

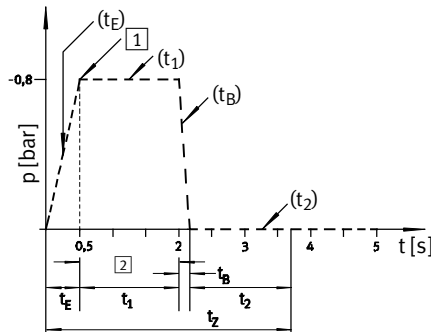
Schritt 1: Ermittlung des Gesamtvolumens des Systems (abzusaugendes Volumen)

Es ist das Volumen von Vakuumsaugern, Haltern und Schläuchen zu ermitteln und zu einem Gesamtvolumen zu addieren.

Saugervolumen V_1	Saugerhaltervolumen V_2	Schlauchvolumen V_3	Gesamtvolumen V_G
<p>Das Saugervolumen ist im Datenblatt bei den jeweiligen Vakuumsaugern ESG, VAS, VASB zu finden.</p> <p>Je nach Produktfamilie kann das Saugervolumen aus einer Tabelle oder einem Diagramm abgelesen werden.</p> <p>In unserem Anwendungsbeispiel hatten wir uns für 2 Sauggreifer entschieden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausführung rund • Sauger-\varnothing 40 mm • Abreißkraft von 69,6 N <p>Bei diesen Saugern ergibt sich aus dem Datenblatt ein Saugervolumen von 1 566 mm³ je Sauger.</p> <p>$V_1 = 2 \times 1\,566\text{ mm}^3 = 3\,132\text{ mm}^3$</p>	<p>Da es eine Vielzahl unterschiedlicher Haltertypen und Anschlussarten gibt, wurden im Datenblatt der Produktfamilie ESG Tabellen erstellt, in dem die Saugerhalter mit dem jeweiligen Volumen aufgeführt sind.</p> <p>In unserem Anwendungsbeispiel fiel die Wahl auf folgenden Saugerhalter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saugerhalter HD, Größe 4 mit QS Anschluss <p>$V_2 = 678\text{ mm}^3$</p>	<p>Nachdem Sauger, Saugerhalter und Anschlussarten bestimmt sind, kann das Schlauchvolumen bestimmt werden.</p> <p>Druckluftschläuche PUN: Außen-/Innen-\varnothing [mm] 3,0/2,1 4,0/2,6 6,0/4,0 8,0/5,7 10,0/7,0</p> <p>Zur Bestimmung des Volumens ist folgende Formel zu verwenden:</p> $V_3 = \pi \times \frac{D^2}{4} \times L$ <p>D = Schlauch-Innen-\varnothing [mm] L = Schlauchlänge [mm]</p> <p>Im Anwendungsbeispiel wird ein Saugerhalter mit QS-6 Kupplungen verwendet. Deshalb ist ein Druckluftschlauch mit einem Außen-\varnothing von 6 mm erforderlich. Um den Vakuumerzeuger mit den beiden Saugern zu verbinden, ist eine Schlauchlänge (L) von ca. 1 m (1 000 mm) erforderlich.</p> $V_3 = \pi \times \frac{4^2}{4} \times 1\,000$ <p>$V_3 = 12\,566\text{ mm}^3$</p>	<p>$V_G = V_1 + V_2 + V_3$ $V_G = 3\,132 + 678 + 12\,566$ $V_G = 16\,376\text{ mm}^3 (16,38\text{ cm}^3)$</p>

Schritt 2: Ermittlung der Zykluszeit

$T_Z =$ Evakuierungszeit t_E + Handlingzeit t_1 + Belüftungszeit t_B + Rückfahrzeit t_2



- t_E = Evakuierungszeit
- t_1 = Transport
- t_B = Abgabe
- t_2 = Rückgabe
- 1 = Abholung
- 2 = eingesparte Zeit

Ein Arbeitszyklus lässt sich in einzelne Zeitintervalle unterteilen, die entweder gemessen aber auch errechnet werden müssen. Die einzelnen Zeiten addiert ergeben die Zykluszeit.

Evakuierungszeit t_E

Die Evakuierungszeit, d. h. die Zeit um ein Volumen auf ein bestimmtes Vakuumniveau zu bringen, ist ein gutes Hilfsmittel, um die Leistungsfähigkeit eines Vakuumers zu beurteilen. Die

Evakuierungszeit finden sie im Datenblatt des jeweiligen Vakuumers. In diesem Beispiel sind Diagramme zu einigen Saugdüsen der Produktfamilie VN... zu sehen.

Berechnung:
Im Anwendungsbeispiel hatten wir in Schritt 1 ein Gesamtvolumen für das Vakuumssystem von $V_G = 16,38 \text{ cm}^3$ (17 cm^3) ermittelt. Mit einem einfachen 3-Satz kann man nun die Evakuierungszeit t_E für dieses System mit jedem beliebigen Vakuumers berechnen. Laut Aufgabenstellung soll $t_E < 0,5 \text{ s}$ sein, bezogen auf ein Vakuumniveau von 80%.

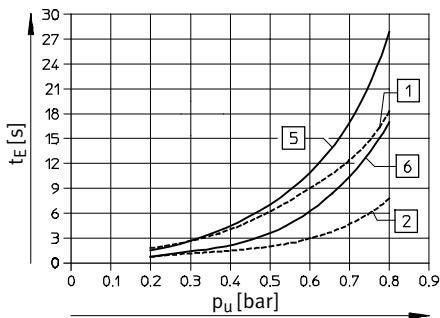
Beispiel 1: VADMI-45
 $t_E = V_G \times t_{E1} / 1\,000$
 $t_E = 17 \text{ cm}^3 \times 25 \text{ s} / 1\,000 \text{ cm}^3$
 $t_E = 0,425 \text{ s (0,43 s)}$

Beispiel 2: VADMI-70
 $t_E = V_G \times t_{E1} / 1\,000$
 $t_E = 17 \text{ cm}^3 \times 11 \text{ s} / 1\,000 \text{ cm}^3$
 $t_E = 0,187 \text{ s (0,19 s)}$

Beispiel 3: VN-07-H
 $t_E = V_G \times t_{E1} / 1\,000$
 $t_E = 17 \text{ cm}^3 \times 8 \text{ s} / 1\,000 \text{ cm}^3$
 $t_E = 0,136 \text{ s (0,14 s)}$

t_E = Evakuierungszeit (V_G)
 t_{E1} = Evakuierungszeit ($V = 1\,000 \text{ cm}^3$)
 V_G = Gesamtvolumen (aus Beispiel)

Evakuierungszeit t_E für 1 Liter Volumen bei 6 bar Betriebsdruck p_u



- 1 VN-05-H...
- 2 VN-07-H...
- 5 VN-05-M...
- 6 VN-07-M...

Handlingzeit t_1

Die Zeit, die zum Handling des Werkstückes benötigt wird, nach-

Ende des Saugvorgangs (z. B. mit Stoppuhr ermittelt = 1,5 s).

Belüftungszeit t_B

Die Zeit, die das Vakuumersystem benötigt, den Druck (Vakuum) wieder abzubauen und das Werkstück abzulegen. Die Belüftungszeit ist den technischen Daten der jeweiligen Vakuumers zu entnehmen.

Die Angaben gelten für 1 Liter Volumen bei 6 bar Betriebsdruck bei max. Vakuumniveau.

Mit einem einfachen 3-Satz kann man nun die Belüftungszeit t_B für dieses System berechnen.

t_B = Evakuierungszeit (V_G)
 t_{B1} = Evakuierungszeit ($V = 1\,000 \text{ cm}^3$)
 V_G = Gesamtvolumen (aus Beispiel)

Beispiel 1: VADMI-45
 $t_B = V_G \times t_{B1} / 1\,000$
 $t_B = 17 \text{ cm}^3 \times 1,9 \text{ s} / 1\,000 \text{ cm}^3$
 $t_B = 0,03 \text{ s}$

Beispiel 2: VADMI-70
 $t_B = V_G \times t_{B1} / 1\,000$
 $t_B = 17 \text{ cm}^3 \times 0,59 \text{ s} / 1\,000 \text{ cm}^3$
 $t_B = 0,01 \text{ s}$

Beispiel 3: VN-07-H
 $t_B = V_G \times t_{B1} / 1\,000$
 $t_B = 17 \text{ cm}^3 \times 1,1 \text{ s} / 1\,000 \text{ cm}^3$
 $t_B = 0,02 \text{ s}$

Rückfahrzeit t_2

Die Zeit, die das Vakuumersystem benötigt, um wieder in die Ausgangsstellung zurückzufahren, nachdem das Werkstück abgelegt wurde (z. B. mit Stoppuhr ermittelt = 1,5 s).

Zykluszeit t_Z

Beispiel 1: VADMI-45
 $t_Z = t_E + t_1 + t_B + t_2$
 $t_Z = 0,43 + 1,5 + 0,03 + 1,5$
 $t_Z = 3,46 \text{ s}$

Beispiel 2: VADMI-70
 $t_Z = t_E + t_1 + t_B + t_2$
 $t_Z = 0,19 + 1,5 + 0,01 + 1,5$
 $t_Z = 3,2 \text{ s}$

Beispiel 3: VN-07-H
 $t_Z = t_E + t_1 + t_B + t_2$
 $t_Z = 0,14 + 1,5 + 0,02 + 1,5$
 $t_Z = 3,16 \text{ s}$

Schritt 3: Überprüfung der Wirtschaftlichkeit

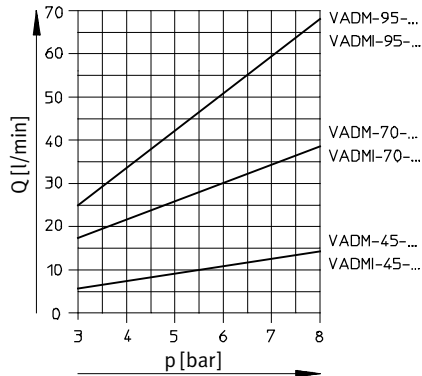
Aufgrund des Luftverbrauchs werden die Energiekosten ermittelt.

Ermittlung des Luftverbrauchs pro Arbeitszyklus Q_Z

Auch diese Diagramme sind im Datenblatt beim jeweiligen Vakuumzeuger (z. B. VADM-..., VADMI-...) zu finden. Die Vakuumsaugdüsen VADMI-... haben ein integriertes Rückschlagventil, welche das Vakuum nach Abschalten der Vakuumdüse aufrecht erhält (Voraussetzung: System ist leakagefrei).

In Verbindung mit dem Vakuumschalter dient es als Luftsparfunktion: Während des Werkstücktransports wird somit keine Luft verbraucht. Die Saugdüsen VN-... haben diese Funktion nicht. Deshalb bleibt hier die Vakuumdüse während des Werkstücktransports in Betrieb, um das Werkstück halten zu können.

Luftverbrauch Q in Abhängigkeit vom Betriebsdruck p



Q_Z = Luftverbrauch pro Arbeitszyklus
 t_E = Evakuierungszeit für Anwendungsfall
 Q = Luftverbrauch pro Vakuumzeuger [l/min]

Beispiel 1: VADMI-45

$$Q_Z = t_E \times \frac{Q}{60}$$

$$Q_Z = 0,43 \text{ s} \times \frac{11 \text{ l}}{60 \text{ s}}$$

$$Q_Z = 0,08 \text{ l}$$

Beispiel 2: VADMI-70

$$Q_Z = t_E \times \frac{Q}{60}$$

$$Q_Z = 0,19 \text{ s} \times \frac{31 \text{ l}}{60 \text{ s}}$$

$$Q_Z = 0,10 \text{ l}$$

Beispiel 3: VN-07-H

$$Q_Z = (t_E + t_1) \times \frac{Q}{60}$$

$$Q_Z = (0,13 \text{ s} + 1,5 \text{ s}) \times \frac{28 \text{ l}}{60 \text{ s}}$$

$$Q_Z = 0,76 \text{ l}$$

Ermittlung der Arbeitszyklen pro Stunde Z_h

Z_h = Arbeitszyklen pro Stunde
 t_z = Zeit pro Arbeitszyklus
 t_E = Evakuierungszeit für Anwendungsfall

Beispiel 1: VADMI-45

$$Z_h = \frac{3600 \text{ s}}{t_z}$$

$$Z_h = \frac{3600 \text{ s}}{3,46 \text{ s}}$$

$$Z_h = 1040$$

Beispiel 2: VADMI-70

$$Z_h = \frac{3600 \text{ s}}{t_z}$$

$$Z_h = \frac{3600 \text{ s}}{3,2 \text{ s}}$$

$$Z_h = 1125$$

Beispiel 3: VN-07-H

$$Z_h = \frac{3600 \text{ s}}{t_z}$$

$$Z_h = \frac{3600 \text{ s}}{3,16 \text{ s}}$$

$$Z_h = 1139$$

Ermittlung des Luftverbrauchs pro Stunde Q_h

Q_h = Luftverbrauch pro Stunde
 Q_Z = Luftverbrauch pro Arbeitszyklus
 Z_h = Arbeitszyklen pro Stunde

Beispiel 1: VADMI-45

$$Q_h = Q_Z \times Z_h$$

$$Q_h = 0,08 \text{ l} \times 1040$$

$$Q_h = 83,20 \text{ l} (0,08 \text{ m}^3)$$

Beispiel 2: VADMI-70

$$Q_h = Q_Z \times Z_h$$

$$Q_h = 0,10 \text{ l} \times 1125$$

$$Q_h = 112,5 \text{ l} (0,12 \text{ m}^3)$$

Beispiel 3: VN-07-H

$$Q_h = Q_Z \times Z_h$$

$$Q_h = 0,76 \text{ l} \times 1139$$

$$Q_h = 865,64 \text{ l} (0,87 \text{ m}^3)$$

Ermittlung der Energiekosten pro Jahr K_{EA}

K_{EA} = Energiekosten pro Jahr
 Q_h = Luftverbrauch pro Stunde

Kosten für Druckluft¹⁾:
 1 m³ bei 7 bar: 0,02 €/m³,
 bei einem Strompreis von
 0,10 €/kWh

$$K_{EA} = Q_h \times \text{Druckluftkosten/m}^3 \times \frac{\text{Betriebszeit}}{\text{Tag}} \times \frac{\text{Betriebszeit}}{\text{Jahr}}$$

Vakuumzeuger	Luftverbrauch pro Zyklus Q_Z [l]	Zyklen pro Stunde Z_h	Luftverbrauch pro Stunde Q_h [m ³]	Energiekosten pro Jahr K_{EA} ²⁾ [€]
VADMI-45	0,08	1040	0,08	5,76
VADMI-70	0,10	1125	0,12	8,64
VN-07-H	0,76	1139	0,87	62,63

1) Im Preis sind Material-, Abschreibungs-, Lohnkosten ... berücksichtigt
 2) Energiekosten bei Schichtbetrieb 16 Stunden/Tag und 220 Tage/Jahr

Schritt 4: Berücksichtigung zusätzlicher Funktionen/Komponenten und konstruktiver Vorgaben

Auswahl zusätzlicher Funktionen/Komponenten:

Die Auswahl dieser Komponenten richtet sich nach bestimmten Anforderungen an die Leistung, Funktionalität sowie Einsatzort und Anwendung des Systems.

Alle Angaben zur Leistung oder zu Komponenten sind im Datenblatt beim jeweiligen Produkten zu finden.

Magnetventile

Ein Vakuumsystem benötigt zur Steuerung Elektro-Magnetventile für Vakuumerzeugung. Damit wird das Vakuum ein- und ausgeschaltet.

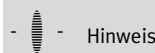
Vakuumerzeuger

- VADM-..., VADMI-...
- VAD-M-..., VAD-M...-I-...

Zur Beschleunigung und Optimierung der Arbeitszyklen kann ein weiteres Ventil als Abwurfimpulsgeber eingesetzt werden.

Vakuumerzeuger

- VADMI...-
- VADM...-I-...



Hinweis
Die Nenndurchflussmenge des Magnetventils darf nicht kleiner sein als das Saugvermögen des Vakuumerzeugers bei Atmosphärendruck. (Beide Angaben sind im Datenblatt beim jeweiligen Produkt zu finden.)

Vakuumschalter

- Sicherheit durch Drucküberwachung
- Einstellbarer Schalterpunkt
- Schnelles Einstellen der Hysterese
- Digital/analoge Signalausgabe
- Display
- Anschlüsse

Filter

- Sicherheit: Keine Verschmutzung des Systems

- Verlängerung des Produktlebenszyklus und Reduzierung der Wartungsintervalle

Manometer

- Manuelle Drucküberwachung des Systems
- Sicherheitsfunktion

Schalldämpfer

- Minimierung der Lärmbelastung

Berücksichtigung konstruktiver Vorgaben

Bei der Auslegung eines Vakuumsystems müssen folgende Punkte hinsichtlich konstruktiver Vorgaben berücksichtigt werden:

- Größe
- Gewicht
- Beständigkeit

Zusammenfassung des Rechenbeispiels

Als Auswahlkriterien galten die Zykluszeit sowie die Wirtschaftlichkeit der Ejektoren.

Auswahl Sauger

Unter Berücksichtigung der Berechnungen zu Masse und Kräften sowie aller Kriterien ergibt sich folgendes Ergebnis:

Menge	2 Stück
Ausführung	rund
Sauger-Ø	40 mm
Abreißkraft	69,4 N
Material	Polyurethan

Auswahl Montage- und Befestigungselemente

Das Ergebnis berücksichtigt alle Systemanforderungen:

Haltertyp	HD
Größe	4

Auswahl Vakuumerzeuger

Im Vergleich standen drei Vakuumerzeuger, die aus dem Festo Produktprogramm willkürlich ausgewählt wurden:

Kompaktejektoren	VADMI-45	VADMI-70
Inline-Ejektoren	VN-07-H	

Ergebnis

Kompaktejektor VADMI-45

Zykluszeit

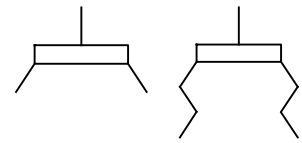
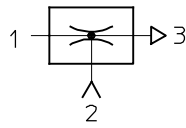
Alle drei Vakuumerzeuger lagen im Anwendungsbeispiel in einem vertretbaren Zeitrahmen und unter der in der Aufgabenstellung geforderten Maximalzeit von 3,5 Sekunden.

Wirtschaftlichkeit

Im Energieverbrauch und somit bei den Energiekosten schneidet der Vakuumerzeuger VADMI-45 am Besten ab. Die beiden Kompaktejektoren VADMI-45 und VADMI-70 liegen mit den Energiekosten fast gleich. Der größer dimensionierte Typ VADMI-70 hat zwar einen etwas höheren Luftverbrauch pro Zeiteinheit, kann aber das Vakuum schneller erzeugen.

Im Gegensatz dazu hat der Typ VADMI-45 einen kleineren Düsen-Ø und somit einen viel geringeren Luftverbrauch, sie kann jedoch das Vakuum nicht ganz so schnell erzeugen wie der Typ VADMI-70. Die Anzahl der Zyklen pro Zeiteinheit bzw. die Stückzahlen sind bei allen drei Vakuumerzeugern fast gleich.

Produkte für die Vakuumtechnik



Vakuumerzeuger

Ein Vakuum-Ejektor ist das Kernstück eines jeden Vakuumsystems.

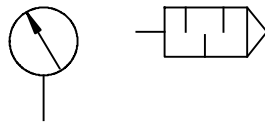
Abhängig von der Anwendung bzw. Leistungsanforderung steht ein umfassendes Angebot an Vakuum-Ejektoren von Festo zur Auswahl:

Grund- und Inline-Ejektoren

Vakuumsaugdüsen
VN-..., VAD-.../VAK-...

Kompakt-Ejektoren

Vakuumsaugdüsen
VADM-.../VADMI-...,
VAD-M.../VAD-M...-I-...



Vakuum-Zubehör

Steuern, Messen, Kontrollieren, Reinigen etc. sind wichtige Funktionen die, falls nicht schon standardmäßig in den Vakuumsystemen integriert, durch eine umfassende Auswahl an Zubehör erweitert werden können:

Vakuumsaugventil ISV-...

Vakuummeter VAM-...

Vakuumfilter VAF-...

Vakuumschalter VPEV-...

Weiteres Zubehör:
Längenausgleich, Adapter
Druckluftschläuche
QS-Steckverschraubungen

Vakuumsauggreifer

Die Sauggreifer sind das Verbindungsglied zwischen Vakuumsystem und Werkstück.

Unterschiedlichste Oberflächen-güte, -formen, -temperaturen sowie unterschiedlichste Massen von Werkstücken erfordern ein umfassendes Auswahl- und Kombinationsprogramm der Sauger. Festo hat mit seiner Saugerauswahl und dem Sauggreifer-Baukasten ESG eine Lösung für jeden Anwendungsfall:

Sauggreifer-Baukasten ESG-...

Saugnapfe VAS-.../VASB-...

