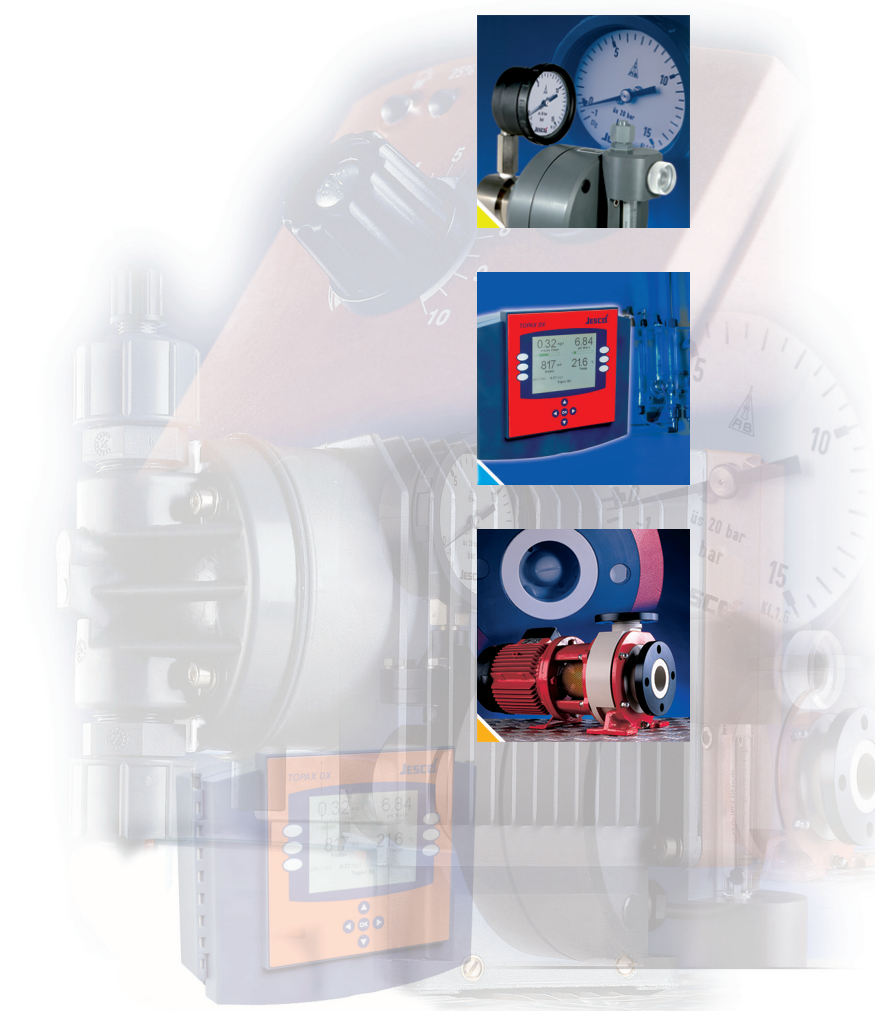
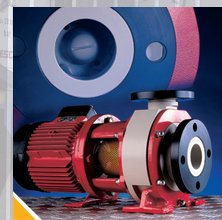


Die richtige Dosis Fortschritt

Kleine Einführung in die Dosiertechnik



Kleine Einführung in die Dosiertechnik

Lutz-Jesco GmbH

Dipl.-Ing. Günther Bolte

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

0.1 Eigenschaften von Medien

- 0.1.1 Feste, flüssige und gasförmige Stoffe
- 0.1.2 Viskosität
- 0.1.3 Lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Kolloide, Koagulation, Peptisation
- 0.1.4 Sedimentation, Flotation, Dekantieren
- 0.1.5 Abrasivität
- 0.1.6 Aggressivität
- 0.1.7 Ausgasung
- 0.1.8 Fließverhalten bei Schüttgut
- 0.1.9 Brenn- und Explosionsverhalten
- 0.1.10 Dichte

0.2 Arten des Dosierens

- 0.2.1 Stetiges und quasi-stetiges Dosieren
- 0.2.2 Chargenweises Dosieren
- 0.2.3 Proportionales Dosieren zu einer Leitgröße
- 0.2.4 Dosierpumpen als Stellglieder in Regelkreisen
- 0.2.5 Volumetrisches Dosieren
- 0.2.6 Gravimetrisches Dosieren

1.0 Dosiergeräte für Flüssigkeiten

- 1.1 Prinzipien von Flüssigkeitsdosierpumpen
- 1.2 Lutz-Jesco-Dosierpumpenprogramm
- 1.3 Armaturen und Zubehör
 - 1.3.1 Berechnung der Druckverluste in Leitungen
- 1.4 Auswahl von Dosierpumpe und Armaturen
- 1.5 Installation
- 1.6 Genauigkeit von Dosierpumpen
- 1.7 Prüfung von Dosierpumpen
- 1.8 Wartung von Dosieranlagen

Vorwort

Es gibt fast keinen Industriezweig oder Betrieb, der nicht in irgendeiner Form die Funktion "Dosieren" anwendet. Die Dosiertechnik wird sowohl im Herstellungsprozeß von Chemikalien und Produkten wie für deren wirtschaftliche und umweltschonende Anwendung in weiterverarbeitenden Betrieben eingesetzt. Anwender der Dosiertechnik sind in hohem Maße auch Wasserwerke und Klärwerke, sowie Schwimmbäder zur Konditionierung des Beckenwassers.

Mit der Verbreitung der Dosiertechnik zur Erhöhung der Qualität und Wirtschaftlichkeit von Prozessen steigt der Bedarf an Aufklärung und Schulung über das Thema "Dosiertechnik", um unbefriedigende Ergebnisse im Umgang mit dieser Technologie zu vermeiden. Diese "Kleine Einführung in die Dosiertechnik" soll in bewußt einfacher Form die elementaren Gesetzmäßigkeiten der Dosiertechnik und der von ihr dosierten Medien erläutern. Sie soll helfen, Fehler bei der Planung von Dosieranlagen zu vermeiden oder unbefriedigend arbeitende Anlagen zu optimieren. Darüber hinaus kann natürlich auch manche Anregung gefunden werden, etwas automatisch zu dosieren, was bisher manuell dosiert wurde. Ganz sicher verbessert eine maschinelle bzw. automatisch geregelte Dosierung das Ergebnis und reduziert oder vermeidet die subjektiven Fehler oder Unzulänglichkeiten, welche zwangsläufig durch den Faktor "Mensch" immer wieder auftreten werden.

Die nachfolgende Abhandlung beginnt zunächst mit der Beschreibung einiger Stoffeigenschaften. Danach werden verschiedene Dosierprinzipien erläutert. Besonderer Schwerpunkt wird auf die Verwendung und richtige Installation von Armaturen gelegt, durch welche in vielen Fällen Dosierungen überhaupt erst möglich, mit Sicherheit aber verbessert werden.

0.1 Eigenschaften von Medien

0.1.1 Feste, flüssige und gasförmige Stoffe

Alle reinen, elementaren Stoffe können in gasförmiger, flüssiger oder fester Form vorliegen. Welchen (Aggregat-)Zustand der Stoff einnimmt, hängt von dessen Druck und Temperatur ab. Ein bekanntes Beispiel ist das Wasser bei Atmosphärendruck: unter 0 °C ist Wasser fest gefroren, zwischen 0 °C und 100 °C befindet es sich in der flüssigen Form, und über 100 °C wird es in Dampf überführt. Flüssigkeiten, welche sich aus Gemischen verschiedener Chemikalien zusammensetzen, haben keinen exakten Schmelz- und Siedepunkt, weil die einzelnen Komponenten bei unterschiedlichen Temperaturen erstarren bzw. flüchtig werden. Diese Tatsache wird ausgenutzt, um z.B. aus dem Erdöl mit entsprechenden Temperaturen die verschiedenen Bestandteile (u.a. Heizöl und Benzin) herauszudestillieren.

Die Kenntnis des Siedeverhaltens einer Flüssigkeit ist auch deshalb von Bedeutung, weil es bestimmt, wie hoch die Flüssigkeit mit Pumpen gesaugt werden kann. Auch weil dann die Folgen einer Systemundichtheit besser beurteilt werden können. Die Frage, ob die Flüssigkeit bei einer Undichtheit an der Atmosphäre eine Flüssigkeit bleibt oder spontan verdampft, kann bei der Auswahl von Dosierpumpen von Bedeutung sein (z.B. die Entscheidung für eine leckagefreie Ausführung).

Für den Verfahrenstechniker ist es wichtig, ob eine Flüssigkeit schwerer oder leichter als Wasser ist, ob sie mit Wasser beliebig oder teilweise mischbar ist, ob sie zu Ausfällungen neigt, ob sie aggressiv, abrasiv oder brennbar ist oder welche Viskosität sie hat. Die meisten Flüssigkeiten sind bis 100 bar mit vernachlässigbarem Einfluß als nicht kompressibel anzusehen.

Gase nehmen im Gegensatz zu Flüssigkeiten jeden sich bietenden Raum ein. Wichtige Werte der Gase sind die voneinander abhängigen Größen von Temperatur, Dichte und Druck. Für die Verfahrenstechnik ist z.B. bedeutungsvoll, ob das Gas unter Vakuum oder

0.1.2 Viskosität

Flüssigkeiten und Gase zeigen sich mehr oder weniger fließ- und gießfähig. Dies wird durch den Begriff der Viskosität spezifiziert. Je zähflüssiger um so höher die Viskosität. Die Viskosität ist bei Gasen von untergeordneter Bedeutung, soweit es Dosiergeräte und Armaturen selbst angeht. Sie wird aber berücksichtigt bei der Kalibrierung der Meßgläser (Schwebekörper-Durchflußmesser). Von großer Bedeutung ist die Viskosität bei Flüssigkeiten, weil die Fließwilligkeit starken Einfluß auf die Dosierlei-

Überdruck steht, ob es bei Atmosphärendruck schwerer oder leichter als Luft ist, ob es explosiv oder giftig ist, oder z.B. mit Feuchtigkeit zusammen aggressiv wird.

Aus diesen Fragen ergeben sich Hinweise über das Verhalten bei Leckage.

Bei der Auswahl von Armaturen bzw. Dimensionierung von Rohrleitungen für Gase sind unbedingt Berechnungsmethoden und Diagramme anzuwenden, die Bezug auf die Gasgesetze nehmen (nicht zu verwechseln mit Diagrammen, welche für Flüssigkeiten erstellt wurden).

Speziell für die Dosierung von Chlorgas, welches sehr umfangreich bei der Behandlung von Trinkwasser, Badewasser und auch Abwasser eingesetzt wird, wurden im Laufe der letzten Jahrzehnte spezielle Dosiereinrichtungen entwickelt und soweit optimiert, daß sie auch in Normblättern (z.B. DIN 19606 oder 19643) Eingang gefunden haben.

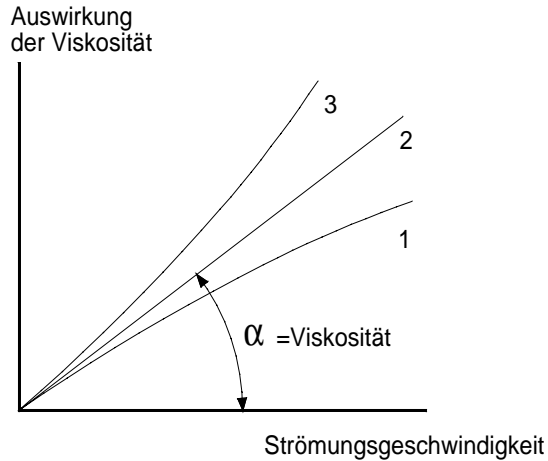
Unter Feststoffen versteht man alle Medien, welche im interessierenden Temperaturbereich in fester Form vorliegen. Je nach Entstehung oder Herstellungsverfahren ist die Teilchengröße des Feststoffes unterschiedlich. Die Durchmesser reichen von Staubgröße bis zu einigen Zentimetern. Die Auswahl des geeigneten Dosiergerätes hängt nicht zuletzt von der Korngröße, sondern ebenso von der Gestalt des Korns, der Korngeometrie, ab.

Die Dosierung von festen Stoffen setzt voraus, daß sich die Stoffe in einem relativ homogenen, schüttfähigen Zustand befinden, was ihre Teilchengröße in Bezug auf die Gesamtmenge des Schüttgutes angeht. Daher ist Voraussetzung, daß das Trockengut für die meisten Verfahrensprozesse entweder in Pulverform oder Granulatform mit Korngrößen bis max. 5 mm vorliegt. Es ist aber auch hier eine Frage des Maßstabes. Beispielsweise ist Schotter mit Steingrößen von 50 mm noch relativ feindosierfähig, wenn man die Größenordnung des Gleisbaues berücksichtigt oder die Kohleschüttung in Kraftwerken.

stung der Pumpe nimmt. Das erklärt sich daraus, daß die Nennleistung von Dosierpumpen üblicherweise mit Wasser von 20 °C festgelegt wird. Mit steigender Viskosität, d.h. mit größerer Zähigkeit der Flüssigkeit, hat es die Pumpe immer schwerer, die Fördermenge durch das Dosiersystem und die Leitungen zu drücken. Die Viskosität hat verschiedene Erscheinungsformen. Einige Flüssigkeiten haben bei gegebener Temperatur eine bestimmte Viskosität, welche sich auch bei unterschiedlichen

Strömungsgeschwindigkeiten nicht ändert. Die meisten Flüssigkeiten verhalten sich aber anders. So gibt es solche, die in Ruhestellung eine hohe Viskosität aufweisen und relativ dünnflüssig werden, wenn sie bewegt werden (man denke an die tropffreie Lackfarbe, welche puddingartig mit dem Pinsel an eine senkrechte Wand geführt wird und beim Streichen

unter der höheren Pinselgeschwindigkeit dünnflüssig wird. Nach dem Auftragen ist die Farbe sofort wieder hochviskos und tropft nicht). Andere Flüssigkeiten verhalten sich umgekehrt. Sie sind in Ruhestellung dünnflüssig, haben aber bei höherer Geschwindigkeit einen zunehmenden Viskositätseffekt (das kann z.B. bei Rührwerken zu Problemen führen).



- 1 strukturviskos (Viskosität nimmt mit wachsender Geschwindigkeit ab)
- 2 theoretische Flüssigkeit (Viskosität bleibt konstant)
- 3 dilatante Flüssigkeit (Viskosität nimmt mit wachsender Geschwindigkeit zu)

Viskositäten

Medium 20 °C	mPa*s
Luft	0,02
Wasser	1,0
Azeton	0,3
organische Lösungsmittel	0,5 ... 3
Schwefelsäure 100 %	27
Speiseöl	100
Motoröl SAE 20	200
Maschinenöl	20 ... 500
Heißdampföl	7000
Honig	2000 ... 50000

0.1.3 Lösungen, Suspensionen, Emulsionen, Kolloide, Koagulation, Peptisation

Lösungen sind Flüssigkeiten, in denen feste Stoffe in der physikalisch feinsten Form, d.h. molekularfein, verteilt sind. Jede Flüssigkeit kann bis zu einem gewissen Grade (Sättigungspunkt) feste Körper auflösen. Echte Lösungen sind durch Lichtreflexion nicht mehr nachweisbar (es entsteht keine Trübung).

Partikelchen können schnellströmende Suspensionen durch schmirgelnde Wirkung (Abrasion, Abrasivität) Zerstörungen im Pumpen- und Rohrleitungssystem hervorrufen. Andererseits sind höhere Strömungsgeschwindigkeiten erwünscht, um das Absetzen (siehe Sedimentation) der Partikel, und damit Verstopfungen der Leitungen, zu verhindern.

Suspensionen sind Flüssigkeiten, in denen fein verteilte Feststoffe schweben, welche im Ruhezustand zum Absetzen (Sedimentieren) oder Aufschwimmen (Flotieren) neigen können. Die Partikel sind also nicht gelöst. Ein durch die Flüssigkeit tretender Lichtstrahl zeigt sich durch Reflexionen. Je nach Härte der

Emulsionen sind Flüssigkeitsgemische aus solchen Flüssigkeiten, die sich normalerweise nicht mischen lassen (z.B. Öl und Wasser). Emulsionen werden hergestellt durch starke mechanische Rührwirkung (Homogenisierung). Sie neigen zum Aufspalten in die einzelnen

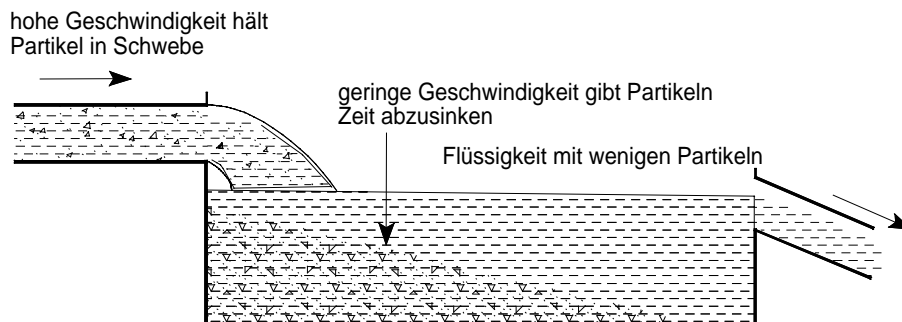
Flüssigkeiten, sobald sie längere Zeit stillstehen und nicht gerührt werden (z.B. Aufräumen von Milch). Mit besonderen chemischen Zusätzen (Emulgatoren) kann eine Emulsion stabilisiert werden, um über längere Zeit unverändert zu bleiben.

Kolloide sind feinste Partikelchen, welche sich aufgrund ihrer Kleinheit in Flüssigkeiten nicht mehr wie suspendierte Teilchen verhalten, sondern gleichmäßig verteilt in der Flüssigkeit schweben. Obwohl die Partikelgröße nur etwa 1 millionstel mm und weniger beträgt, handelt es sich nicht um echte Lösungen. Als Beweis gilt auch, daß ein durch die Flüssigkeit tretender Lichtstrahl an der Reflexion der Partikel (Trübung) erkennbar wird. Der stabile Schwebezustand erklärt sich aus der gleichen elektrischen Ladung aller Partikel und der daraus resultierenden gegenseitigen Abstoßung. Will man Kolloide aus einer Flüssigkeit entfernen, muß die homogene gegenseitige Abstoßung der Partikel gestört werden. Dazu dienen anders geladene Ionen, welche in Form von z.B.

Salzen zugeführt werden können. Als Folge können sich die kleinsten Teilchen elektrostatisch aneinanderlagern.

0.1.4 Sedimentation, Flotation

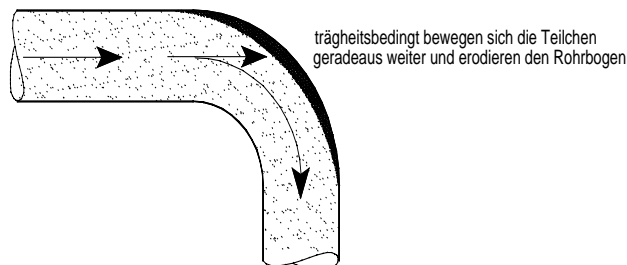
In Flüssigkeiten mitgetragene größere Partikel im Bereich von 0,001 - 1 mm neigen gemäß ihres spezifischen Gewichtes im Vergleich zur tragenden Flüssigkeit dazu, entweder aufzuschwimmen oder abzusinken. Je langsamer die Strömungsgeschwindigkeit mit der tragenden Flüssigkeit ist, um so schneller können die Teile an die Oberfläche oder an den Boden gelangen. Das Absinken der Teile ist die **Sedimentation**, das Aufsteigen an die Oberfläche ist die **Flotation**. Letzteres kann durch Einblasen fein verteilter Luft beschleunigt werden. Beide Eigenarten werden angewandt, um Flüssigkeiten von ungewollten oder zu gewinnenden Anteilen zu befreien. Das Abziehen der aufgeschwommenen (flotierten) Teile über die Behälterkante wird auch Dekantieren genannt.



0.1.5 Abrasivität

In der Flüssigkeit enthaltene Schwebeteilchen, die von solchen Ausmaßen sind, daß sie, wie zuvor erwähnt, sedimentieren oder flotieren können, zeigen bei strömender Flüssigkeit mehr oder weniger starke schmirgelnde (abra-

sive) Wirkung. Die Abrasivität hängt insbesondere von der Härte und von der Oberflächenstruktur der kleinen Partikel ab. Alle Suspensionen sind im strömenden Zustand abrasiv.



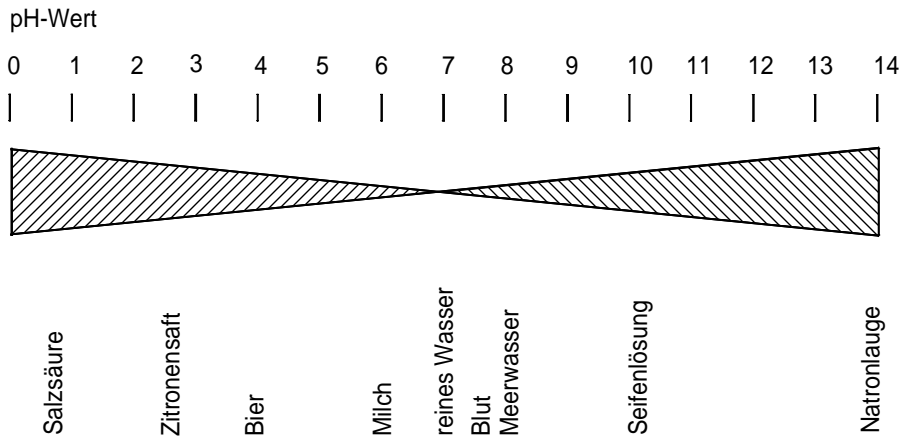
0.1.6 Aggressivität

Aggressivität ist die Eigenart einer Flüssigkeit, auf andere Materialien ätzend zu wirken. Gase oder Feststoffe können, nachdem sie in Wasser gelöst oder mit Luftfeuchtigkeit in Kontakt gebracht wurden, höchste

Aggressivität zeigen (z.B. der "Feststoff" Salz bzw. das "Gas" Chlor in Wasser gelöst). Die Aggressivität von Chemikalien ist einer der wichtigsten zu berücksichtigenden Punkte bei der Auswahl von Materialien für Armaturen und

Rohrleitungen. Ein Maß für die Aggressivität ist u.a. der pH-Wert der Flüssigkeit. Neutrale Flüssigkeiten haben Werte um "7", kleinere

Werte bedeuten zunehmenden Säurecharakter und Werte bis 14 geben steigenden Laugencharakter an.



0.1.7 Ausgasung

Es gibt Chemikalien, welche entweder Gase gelöst enthalten oder sich im Laufe der Zeit zersetzen und dadurch Gas aus der Flüssigkeit entlassen. Dieser als Ausgasung bezeichnete Vorgang muß unter verschiedenen Gesichtspunkten Berücksichtigung finden:

Ein wichtiger Punkt ist die Umweltgefährdung. Ein weiterer Aspekt ist die funktionsbeeinträchtigende Wirkung der Ausgasung in Pumpen und Leitungssystemen, da viele Armaturen nur

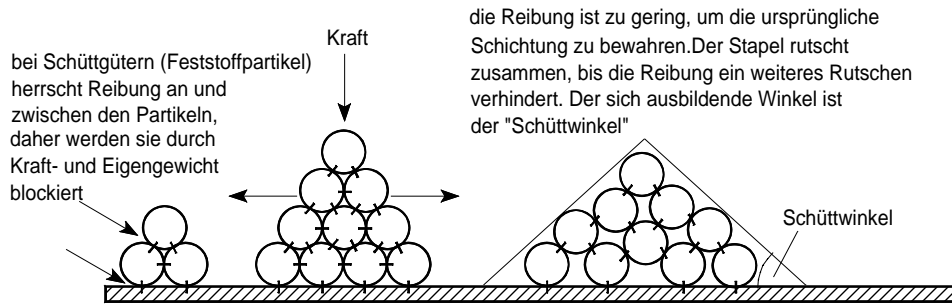
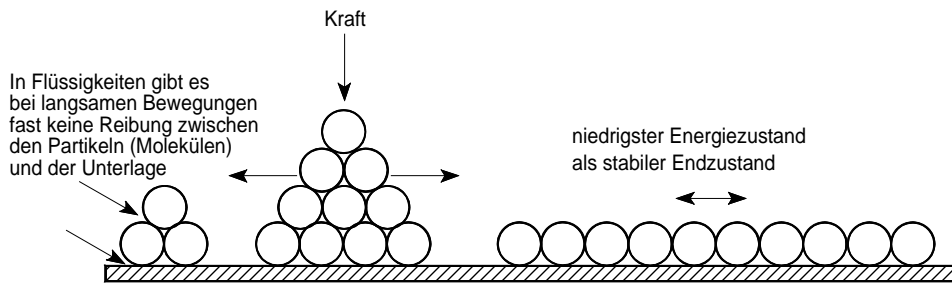
die reine, gasfreie Flüssigkeit verarbeiten können. Gerade die für Flüssigkeit konstruierten Dosierpumpen haben mehr oder weniger große Toträume, welche dazu führen, daß das in den Kopf eingetretene Gas nicht auf Betriebsdruck komprimiert werden kann. Damit kann das Gas den Kopf nicht verlassen, und die Dosierung setzt aus. Zur Bewältigung dieses Problems sind verschiedene Vorkehrungen nötig (dazu mehr im nachfolgenden Text).

0.1.8 Fließverhalten bei Schüttgut

Schüttgüter sind Pulver, Granulate und körnige Stoffe bis zu mehreren Millimetern Durchmesser. In größerer Anhäufung verhalten sich Feststoffe in pulveriger oder kleinerer Körnung fast wie Flüssigkeiten. Im Gegensatz zu Flüssigkeiten haben Schüttgüter zwischen den Partikeln einen nennenswerten Reibungswiderstand. Dieser führt dazu, daß z.B. wahllos geschüttete Güter sich nicht auf beliebig große Flächen verbreiten, sondern einen Haufen bilden, mit stofftypischem Schüttwinkel. Mit geeigneten Maschinen lassen sich Schüttgüter, ähnlich wie Flüssigkeiten, transportieren (Schraubenspindeln werden für Wasserhebewerke wie auch für die Pulverdosisierung eingesetzt). Die innere Reibung von Schüttgütern hängt sehr stark von der Eigenart des Stoffes ab, wie Korngröße, Gestalt und deren Oberflächenbeschaffenheit. Ferner spielt eine Rolle, wie schnell das Trockengut bewegt wird. Je

schneller es strömt, um so flüssigkeitsähnlicher verhält es sich. Natürlich ist hierbei mit großer Abrasivität der Leitungen zu rechnen. Im Gegensatz zu Flüssigkeiten kann es bei absolutem Stillstand zum Verblocken der einzelnen Teilchen untereinander kommen, wodurch die sogenannte "Brückenbildung" entsteht. Sie kann im praktischen Betrieb zu erheblichen Störungen führen. Nur durch Energieeintrag in Form von Erschütterungen oder Rührbewegungen, oder durch das Einblasen von Luft oder Stickstoff läßt sich das Schüttgut wieder in "fließendes" Verhalten überführen.

Trockengut kann auch hygroskopisch sein, d.h. bei Anwesenheit feuchter Luft Wasser absorbieren und dadurch zusammenbacken. Hierdurch entstehen Betriebsstörungen und, je nach Medium, auch Korrosionen aufgrund der durch die Feuchtigkeit bewirkten Aggressivität.



0.1.9 Brenn- und Explosionsverhalten

Von höchster Wichtigkeit in verfahrenstechnischen Prozessen ist das Wissen um Brenn- und Explosionsverhalten der zu behandelnden Medien. Dieses Thema ist zu bedeutend, um hier kurz abgehandelt zu werden. Daher sind die einschlägige Literatur sowie die Unfallverhütungsvorschriften und Gesetze zu Rate zu ziehen. Entflammbare Stoffe sind nach ihrer Brenn- und Explosionsgefährlichkeit unterteilt und Klassen zugeordnet. Insbesondere beim Einsatz von elektrischen Maschinen ist wegen der Funkengefahr die entsprechende Explosionsklasse zu berücksichtigen. Es ist zu prüfen, ob die zu dosierenden Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe unter bestimmten Betriebsbedingungen zündfähige Gemische bilden können. Als Reaktionspartner ist in den meisten Fällen der in der Luft vorhandene Sauerstoff anzusehen. Es gibt aber auch Chemikalien, die in sich Reaktionspartner enthalten, welche bei höhe-

ren Temperaturen oder durch Stoß zur Entzündung oder Explosion führen. Diese Stoffe sind besonders gefährlich, weil sie auch unter Luftabschluß in geschlossenen Behältern zur Zündung gelangen können. Allgemein kann gesagt werden, daß chemisch-physikalisch die Verbrennung oder Explosion um so heftiger verläuft, je größer die Oberfläche der Reaktionspartner ist. Es ist einleuchtend, daß die Oberfläche einer bestimmten Menge mit der Kleinheit der Partikel steigt. Daraus resultiert auch die Gefahr von Staubexplosionen. Ferner werden Stoffe auch danach unterschieden, wie zündwillig sie sind und wie heftig sie reagieren, nachdem sie einmal gezündet haben. Es gibt Stoffe, die leicht zünden, aber keine hohe Energie freisetzen, und andere, die nur schwer entzündbar sind, dann aber eine heftige Explosion zur Folge haben.

0.1.10 Dichte

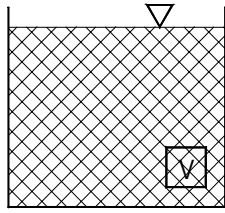
Die Dichte eines Stoffes gibt an, wieviel Kilogramm in einem Kubikmeter enthalten sind (kg/m^3). Sie wird in Relation zur Dichte von Wasser gesetzt, welche 1.000 kg/m^3 beträgt. Während die Dichte von Flüssigkeiten relativ konstant ist und sich nur wenig mit Druck und Temperatur ändert, wird die Dichte bei Gasen sehr stark von Druck und Temperatur beeinflusst. Die gleiche Masse Gas hat im doppelt so großen Raum nur noch die halbe Dichte, weil das Gas in der Lage ist, sich unter Expansion auf das doppelte Volumen bei halbem Druck zu verteilen (gleiche Temperatur vorausge-

setzt). Im Gegensatz dazu würde eine Flüssigkeit, der man das doppelte Volumen anbietet, dieses nur halb füllen und die Dichte konstant bleiben.

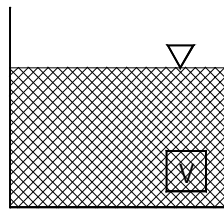
Die Partikel eines Feststoffes haben praktisch konstantes spezifisches Gewicht. Da die Masse eines Schüttgutes in einem gegebenen Raum aber davon abhängt, wie eng die Partikel beieinander liegen, ergibt sich für die Praxis eine veränderliche Dichte, welche durch Versuche ermittelt werden muß (Schüttdichte oder Rütteldichte). Festgerütteltes Schüttgut hat eine höhere Dichte als ein lose geschüttetes.

Schüttgut

Die Dichte von Schüttgut hängt ab vom "Rüttel"-Zustand



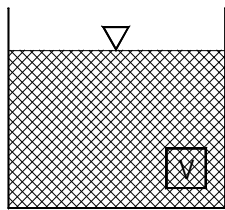
10kg lose geschüttet
 $V=1\text{dm}^3$ wiegt 0,8kg



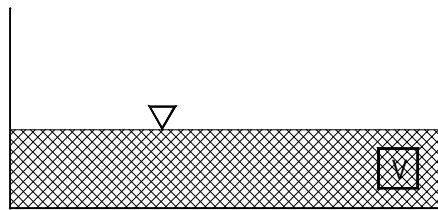
10kg fest geschüttet
 $V=1\text{dm}^3$ wiegt 1,1kg

Flüssigkeit

Die Dichte der Flüssigkeit bleibt unabhängig vom Raumangebot



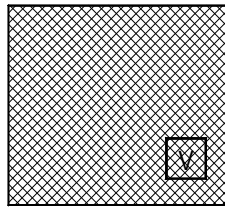
$V=1\text{dm}^3$ wiegt 1kg



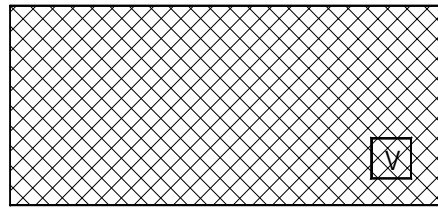
$V=1\text{dm}^3$ wiegt 1kg

Gase

Die Dichte von Gasen hängt ab von Druck und Temperatur



$V=1\text{dm}^3$ wiegt 1,2g bei 20°C



$V=1\text{dm}^3$ wiegt 0,6g bei 20°C , wenn
der Raum doppelt so groß ist

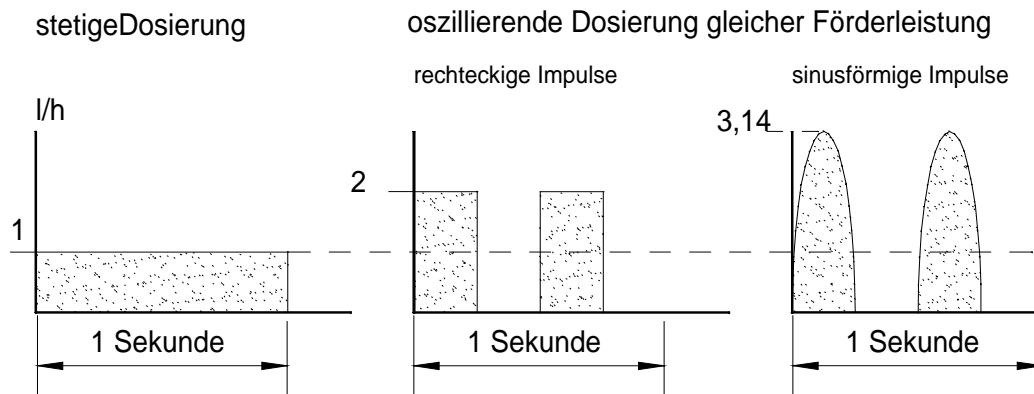
0.2 Arten des Dosierens

0.2.1 Stetiges und quasi-stetiges Dosieren

Verfahrensprozesse, in denen kontinuierlich etwas hergestellt oder bearbeitet wird, erfordern meistens eine ebenso stetige Zugabe von Chemikalien wie Säuren, Laugen, Farbstoffen, Aromastoffen, Flockungsmitteln usw. Der Begriff "stetig" bezieht sich strenggenommen auf eine kontinuierliche, gleichmäßige Zugabe von vorgenannten Mitteln (ein gleichmäßig laufender Wasserhahn wäre das beste Gleichnis). Wie später gezeigt wird, haben sich aber aus bestimmten Gründen Dosiergeräte als zweckmäßig erwiesen, die zwar im Zeitraum einer Sekunde erhebliche Dosierschwankungen aufweisen, aufgrund der Gleichmäßigkeit dieser Schwankungen aber über längere Zeiträume im statistischen Mittel sehr präzise das Gleiche fördern. Für die meisten Verfahrensprozesse, die Reaktions- oder Produkti-

onszeiten von mehreren Minuten bis Stunden haben, ist diese sekundliche Schwankung kein Problem. Es ist nur eine Frage der Dosierzeit, ob eine Dosierung noch als stetig oder als unstetig zu betrachten ist. Wenn insgesamt nur wenige Sekunden zu dosieren ist, wären sekundliche Dosierschwankungen nicht zulässig. Wenn die Schwankungen jedoch relativ zur Gesamtdosierzeit äußerst kurz sind, so daß das Ergebnis einer stetigen Dosierung entspricht, kann von einer "quasi-stetigen" Dosierung gesprochen werden.

Als stetiges Dosieren kann also auch quasi-stetiges Dosieren gewertet werden, wenn sichergestellt ist, daß im Augenblick einer Prüfung die in der Vergangenheit dosierte Menge der gewünschten entspricht.



0.2.2 Chargenweises Dosieren

Das chargenweise Dosieren (sogenannte Batch-Dosierung) ist verfahrenstechnisch der Vorgang, bei dem es darum geht, eine begrenzte Menge abzumessen. Dazu kann ein Dosiergerät entweder für eine vorgewählte Zeit oder für eine bestimmte Anzahl Dosierhübe arbeiten. Oder es wird ein Behälter bis zur gewünschten Höhe gefüllt und der Inhalt dann

dem Prozeß zugeführt. Wenn das Gut in ein unter Druck stehendes System dosiert werden muß, scheidet die Anwendung des Behälters meistens aus. Dann muß auf ein präzise arbeitendes Dosiergerät zurückgegriffen werden, welches in der Lage ist, das Dosiergut weitestgehend unabhängig vom Gegendruck in das System einzutragen.

0.2.3 Proportionales Dosieren zu einer Leitgröße

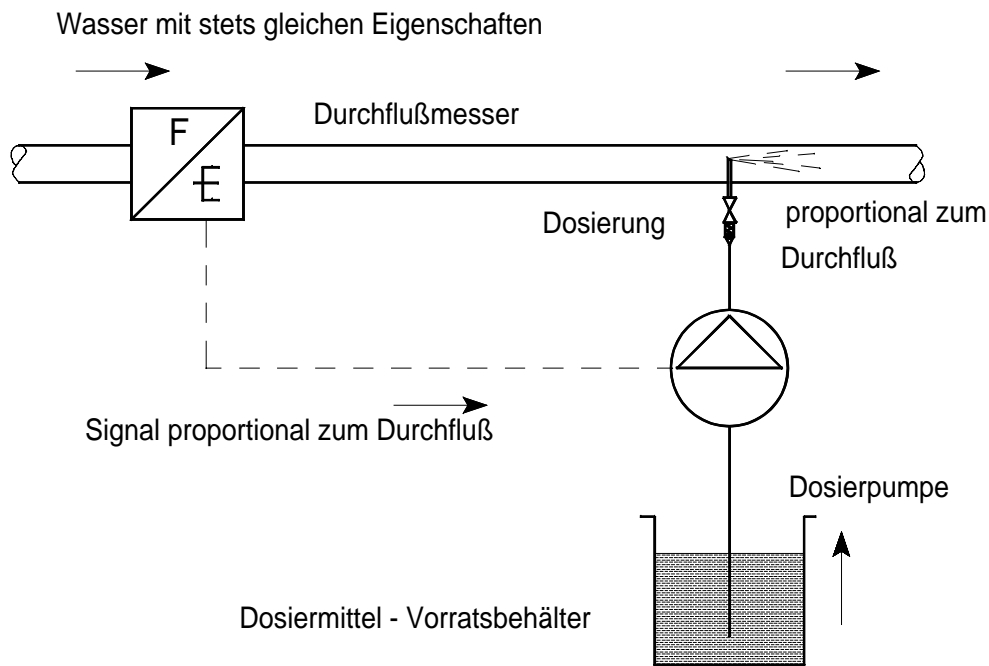
Proportionale Dosierung bedeutet, daß ein Dosiermittel einem anderen Gut so zudosiert wird, daß die einmal vorgewählte prozentuale Beigabe stets konstant bleibt. Sollen z.B. dem Trinkwasser je Kubikmeter 100 ml eines Dosiermittels zugegeben werden, muß eine proportional wirkende Dosieranlage so beschaffen sein, daß sie ihre Dosierleistung stets dem Wasserdurchfluß anpaßt. Sehr vereinfacht kann man sich eine solche Dosierung in der Form vorstellen, daß der Wasserdurchfluß "0"

der Schließstellung des Dosiermittelventils entspricht und der maximale Wasserdurchfluß einer 100 %igen Öffnung des Ventils entspricht. Alle Wassermengen dazwischen würden eine entsprechende prozentuale Öffnung des Ventils bewirken. Zur Erfassung der Wassermenge können beispielsweise induktive Durchflußmesser mit einem stetigen Ausgangssignal dienen oder Kontaktwasserzähler, die z.B. je Liter einen Kontakt auslösen. Welches Übertragungssignal zur Anwendung

kommt, hängt von der Art bzw. Ansteuermöglichkeit des Dosiergerätes ab. Das vorgenannte Ventil ließe sich ideal mit dem stetigen Signal eines induktiven Durchflußmesser ansteuern. Genauso gut ließe sich über das gleiche Signal aber auch die Drehzahl einer Dosierpumpe zwischen 0 und 100 % einstellen. Dabei muß nur sichergestellt sein, daß bei 100%iger Drehzahl eine Menge dosiert wird, die dem 100 %igen Wasserdurchfluß entspricht. Wenn der Wasserdurchfluß mit Meßgeräten erfaßt wird, die nach vorgewählter Literzahl einen Kontakt auslösen (Kontakt-Wasserzähler), kann man diesen dazu benutzen, für eine bestimmte Laufzeit ein Dosiergerät zu aktivieren. Die Laufzeit des Gerätes muß beendet sein, bevor der nächste Impuls zur Ansteuerung eintrifft. Bei dieser Art der Proportionaldosierung ist über längere Zeiträume ebenfalls im statistischen Mittel eine präzise Dosierung möglich. Allerdings wird während der Dosierzeit mehr eingetragen, als bezogen auf die Wassermenge notwendig ist, weil nach Ablauf der Dosierung für eine Zeit gar nicht dosiert wird. Eine gute Vermischung stellt im weiteren Leitungsverlauf sicher, daß die Behandlung des Wassers ordnungsgemäß erfolgt. Letztlich entscheidet aber der Verfahrenstechniker, ob eine solche Dosierung zulässig ist oder nicht. Nur er weiß, ob das behandelte Wasser (oder andere Medien) am Ort und zur Zeit seiner Anwendung mit dem Dosiergut befriedigend reagiert hat. Für die Behandlung von Trinkwasser wurde ein spezielles Dosierpumpen-Konzept entwickelt. Es handelt sich um Dosierpumpen mit einem elektrischen Hubmagneten als Antrieb, der ohne Getriebeuntersetzungen unmittelbar eine Wasserzähler-Kontaktgabe in einen einzigen präzisen Dosierhub für die Dosiermittelzugabe verwandelt. Die unverzügliche und reproduzierbare Ansteuermöglichkeit des Einzelhubes ist Vor-

aussetzung für eine sehr homogene, zuverlässige Wasserbehandlung. Die Proportionalität ist bei diesem Prinzip bestens gewährleistet, weil eine hohe Impulsfolge (bis über 6.000 Hübe pro Stunde) jeden einzelnen Liter Trinkwasser gleich behandelt. Dank moderner Elektronik mit ihrer hohen Funktionalität sind die Magnetpumpen heutzutage nicht nur in der Trinkwasser-Aufbereitung, sondern auch in der allgemeinen Prozeßindustrie universell anzuwendende Dosiergeräte.

Bei einer proportionalen Dosierung ist das Ergebnis nur dann konstant, wenn alle bei der Planung berücksichtigten Eigenarten des zu behandelnden Mediums und des Dosiermittels sowie der Prozeßdaten wie Drücke, Temperaturen, Viskosität usw. ebenfalls konstant bleiben. Es darf sich daher nicht z.B. die Eigenschaft des zu behandelnden Wassers ändern, weil sonst die fest zugeordnete Dosiermenge entweder zuviel oder zuwenig ist. Wenn damit gerechnet werden muß, daß sich die Wassereigenschaften stark ändern, muß von einer Proportionaldosierung abgesehen werden und die Dosierung in Abhängigkeit von den Meßergebnissen der Wasseranalyse durchgeführt werden. Die proportionale Dosierung ist ebenfalls dann vorteilhaft einzusetzen, wenn die verfahrenstechnische Anlage große Trägheiten oder Totzeiten durch lange Strömungswege durch Becken oder Rohrleitungen besitzt und daher zwischen Zugabe des Dosiermittels und dem Reaktionsergebnis lange Zeiten liegen. Automatische Regler zur direkten Regelung des Reaktionsergebnisses (z.B. pH-Wert) führen dann leicht zum Schwingen in Form von Über- und Unterdosierung. Die Proportionaldosierung folgt mehr oder weniger unverzüglich dem Steuersignal in Abhängigkeit vom Wasserdurchfluß und benötigt keine Zeiten für Analyse oder andere Rückmeldungen aus dem Prozeß.



Die vorstehenden Erläuterungen beziehen sich auf die Dosierung von Flüssigkeiten wie auf die Dosierung von Gas oder Feststoffen.

0.2.4 Dosierpumpen als Stellglied im Regelprozeß

Zur Erzielung einer bestimmten Wasserqualität (oder bestimmten Eigenschaften in anderen Prozeß-Medien) kann es erforderlich sein, der gleichen Wassermenge einmal mehr und einmal weniger Komponenten hinzuzugeben. Darum ist die proportionale Zugabe bei solcher Aufgabenstellung nicht anwendbar. Wasser mit stark veränderlichen Eigenschaften muß

daher mit einem Dosiersystem behandelt werden, welches die tatsächliche Wasserqualität erfaßt und davon abhängig die Chemikalienmenge, d.h. die Dosierleistung, bestimmt. Folgendes Beispiel soll den Unterschied zwischen proportionaler Dosierung und Dosierung mit Rückführung veranschaulichen:

Proportionale Dosierung

Aus einem Wasserbrunnen wird Wasser mit stets gleichen Eigenschaften gefördert. Eine Dosieranlage mit Desinfektionsmittel wird daher proportional gesteuert und so ausgelegt, daß bei maximaler Wassermenge die entsprechende Menge an Desinfektion dosiert wird. Aufgrund der linearen Proportionalität der Do-

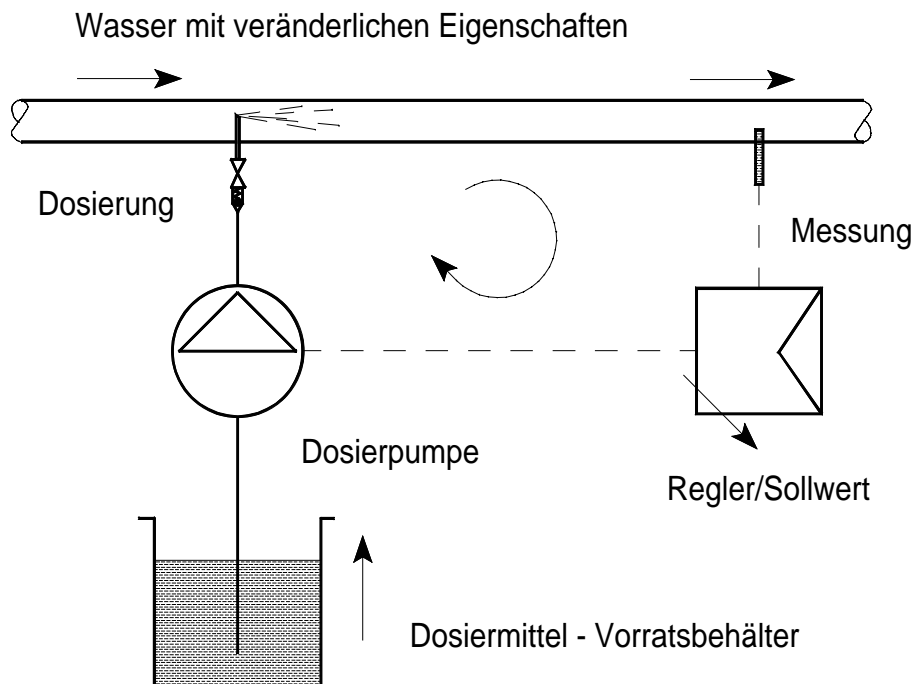
sierung wird nun jeder Wassermenge die entsprechende Chemikalienmenge zugegeben. Aufgrund der Konstanz der ankommenden Rohwasserqualität ist zu jeder Zeit bei jeder Wassermenge die richtige Behandlung gewährleistet. (Siehe Pkt.0.2.3).

Geregelte Dosierung

Im zweiten Beispiel soll das Wasser aus verschiedenen Brunnen stammen und außerdem mit dem sehr unterschiedlichen Oberflächenwasser gemischt werden. In diesem Fall ist das Durchflußsignal keine Aussage über die erforderliche Chemikalienzugabe, weil aufgrund der großen Streuung der Wasserqualität sehr un-

terschiedliche Chemikalienmengen je Kubikmeter Wasser erforderlich sein können. Die Lösung ist eine Regelung, bei welcher die tatsächliche Wasserqualität erfaßt und die Dosierleistung mittels Regler angepaßt wird. Die Dosierung richtet sich also genau nach der in jedem Zeitpunkt herrschenden Qualität.

Geschlossener Regelkreis mit Rückmeldung des Dosierresultats



Der Regler verstellt die Hubfrequenz oder die Hublänge, und damit die je Hub dosierte Menge.

0.2.5 Volumetrisches Dosieren

In der Chemie- und Verfahrenstechnik sind fast immer die **Massen** der zu verarbeitenden oder herzustellenden Stoffe von Bedeutung. Die Volumina spielen insofern eine Rolle, als sie für die Dimensionierung der Leitungssysteme, Behälter und Reaktionskessel wichtig sind, und natürlich für die Auswahl der Dosiergeräte. Es wäre wäre logisch, wenn die Dosiergeräte die Stoffe in Abhängigkeit der erforderlichen Masse dosieren würden. Da bei Flüssigkeiten meistens die Dichte und damit die raumspezifische Masse konstant ist, genügt es, die Dosiermenge volumetrisch zu erfassen. Sofern dieses mit hinreichender Genauigkeit reproduzierbar ist, wird diesem Verfahren der Einfachheit wegen der Vorzug gegeben.

Während bei Flüssigkeiten die Masse bei gegebenem Volumen ausreichend konstant ist, hängt sie bei Gasen stark von Druck und Temperatur ab. Darum müssen Gas-Dosiergeräte die drei Größen Druck, Dichte und Temperatur berücksichtigen. Bei Gas-Dosiergeräten wird daher der Druck auf konstante Höhe geregelt

und die Temperatur im Normalfall auf Raumtemperatur belassen. Die damit festgelegte Dichte garantiert bei konstantem Volumendurchfluß auch einen konstanten Massendurchfluß (Schwebekörper-Durchflußmesser tragen daher eingraviert meistens die Angabe des zugrunde gelegten Eichdruckes und der Temperatur).

Bei Schüttgütern ist die Dichte der einzelnen Partikel zwar konstant, jedoch hängt die effektive Dichte der geschütteten Masse stark davon ab, ob sie lose geschüttet oder festgerüttelt ist. Außerdem ist bei Schüttgütern mit hygroskopischen Effekten zu rechnen, welche das Schüttgut durch hohen Wasseranteil stark im spezifischen Gewicht verändern können. Der Verfahrenstechniker muß entscheiden, ob das zu verarbeitende Schüttgut eine ausreichende Konstanz der Schüttmasse hat, oder ob aufgrund der starken Streuung ein gravimetrisches Dosieren angebracht ist.

0.2.6 Gravimetrisches Dosieren

Wie zuvor erwähnt, ist bei Verfahrensprozessen fast immer die Masse von ausschlaggebender Bedeutung und nicht das Volumen. Andererseits ist es einfacher, ein Volumen genau abzumessen und zu dosieren als eine Masse. Darum wird bei Medien, welche im Anwendungsbereich eine feste Beziehung zwischen Volumen und Masse aufweisen, auf Volumen-Dosiergeräte zurückgegriffen. Dieses trifft mit hinreichender Genauigkeit für die Dosierung von Flüssigkeiten zu. Bei Schüttgütern mit ihren variablen Schüttdichten kann es je nach Prozeß nötig sein, die dosierte Masse

zu ermitteln und nicht das Volumen. In diesem Fall wird das pro Zeiteinheit dosierte Medium gewogen. Die Dosierleistung wird dann von der Wägeeinrichtung so korrigiert, daß jederzeit pro Zeiteinheit die gewünschte Menge dosiert wird. Natürlich läßt sich dieses Prinzip zur Steigerung der Genauigkeit auch für die Flüssigkeitsdosierung anwenden.

Für Gase wird die gravimetrische Dosierung praktisch nicht angewendet. Hier werden bei gesteigerten Genauigkeitsforderungen die drei Parameter Druck, Volumen und Temperatur gemessen und rechnerisch berücksichtigt.

1.0 Dosiergeräte für Flüssigkeiten

1.1 Einige Prinzipien von Flüssigkeitsdosierpumpen

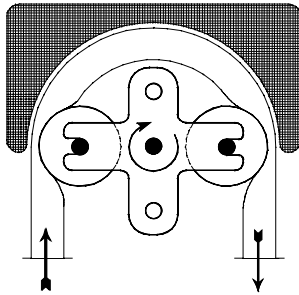
Mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit zwischen technischem Aufwand und Ergebnis haben sich für die Flüssigkeitsdosierung die Volumen-Dosiergeräte nach dem Verdrängerprinzip durchgesetzt. Es kommt für den verfahrenstechnischen Prozeß zwar auf die dosierte Masse an, jedoch ist diese bei angenommener konstanter Dichte proportional zum Volumen. Ein Flüssigkeitsdosiergerät muß daher in der Lage sein, zeitlich konstant gleiche Volumina abzumessen. Eine gleiche Menge kann als ein einziges großes Volumen oder viele kleine gleiche Volumina betrachtet werden. Ein großes Volumen wäre z.B. das Füllen und Entleeren eines Behälters in zeitlich konstanten Abständen. Dieses Verfahren ist jedoch für viele Prozesse ungeeignet, zumal es bei diesem System meist nicht möglich ist, das Chemikal gegen höhere Drücke zu dosieren. Es wurden daher Dosiergeräte entwickelt, die das große Volumen in eine Vielzahl gleicher kleiner Volumina unterteilen und durch Energiezufuhr in der Lage sind, das Chemikal sogar gegen höchste Drücke zu dosieren. Das "quanteln" des Volumens geschieht derart, daß etwa 1 bis 2 mal pro Sekunde eine Injektion des Dosiermittels in den Prozeß erfolgt. Die Dosierung ist daher "quasi-stetig". Wenn in einem Prozeß über den Tag pro Stunde 60 Liter Schwefelsäure benötigt werden, könnte bereits von einer Dosierung gesprochen werden, wenn dem Prozeß jeweils nach Ablauf einer Stunde 60 Liter spontan zugegeben würden. Die Frage ist, ob der Prozeß eine solche Vorgehensweise erlaubt. Kontinuierliche Prozesse verlangen meist die gleichmäßige Zugabe und fordern daher Dosiergeräte, die in diesem Fall die 60 l/h derart zuführen, daß z.B. jede Sekunde eine gleiche Teilmenge zudosiert wird. Anmerkung:

Wenn die sekundlichen Kleinstmengen noch störend sind, kann mit besonderen Armaturen (z.B. Pulsationsdämpfer) eine gleichmäßige Strömung erzeugt werden. Für das Quanteln bieten sich unterschiedliche mechanische Prinzipien an. Eine der Methoden ist die Verwendung von **Zahnradpumpen**. Bei ihnen findet in den Zahnlücken jeweils ein definiertes Quantum Flüssigkeit Platz und wird auch gegen hohe Drücke dosiert. Minderung der Dosierleistung entsteht überwiegend durch Spaltverluste, welche zwischen Zahnrad und Gehäuse auftreten. Die Verluste nehmen mit höherer Viskosität ab. Darum sind Zahnradpumpen besser für höher viskose Medien geeignet. Für die Dosierung von Suspensionen (abrasive Partikel, Verschleiß!) sollten Zahnradpumpen nicht verwendet werden. Bei konstanter Drehzahl der Zahnräder ist die Dosierung zeitlich konstant.

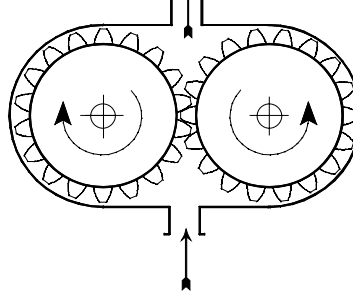
Ein völlig anderes Prinzip ist die **Schlauchpumpe** (peristaltische Pumpe). In ihr wird das zu dosierende Chemikal abgemessen, indem eine bestimmte Menge im Schlauch zwischen zwei Andruckrollen abgeklemmt wird und dann mit den umlaufenden Rollen von der Saug- zur Druckseite gefördert wird. Naturgemäß sind diese Pumpen nur für geringe Drücke (ca. 5 bar) verwendbar, weil sich der Schlauch bei höheren Drücken im Volumen stark aufweiten würde (verminderte Dosierleistung), bzw. bei der Verwendung stabilerer Schläuche diese sich nicht mehr unproblematisch zusammendrücken ließen.

Vorteilhaft ist, daß diese Pumpenart ohne Ventile auskommt und auch ohne Zusatzarmaturen für ausgasende Medien verwendet werden kann.

Schlauchpumpe



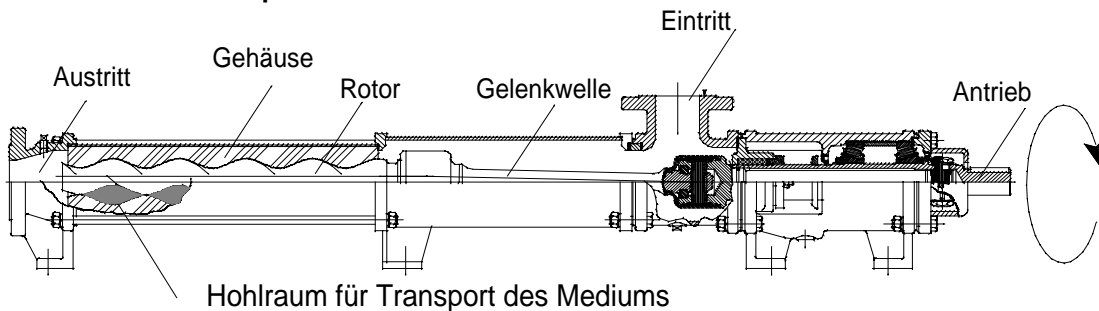
Zahnradpumpe



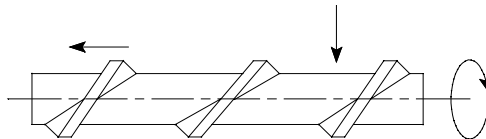
Exzentrerschnecken-Pumpen und **Schraubenspindel-Pumpen** transportieren pro Zeiteinheit zwar auch definierte Dosiervolumen, jedoch sind diese Systeme empfindlicher

gegen abrasive Medien (Suspensionen) und zeigen bei höheren Drücken zunehmend Spaltverluste. Gut geeignet sind sie für höherviskose schmierende Medien.

Exzentrerschnecken-Pumpe

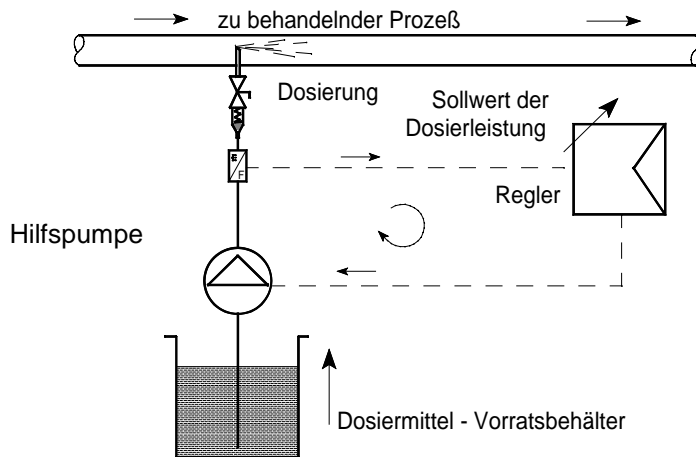


Schraubenspindel-Pumpe



Eine Flüssigkeitsdosierung kann auch so durchgeführt werden, daß das unter Druck stehende oder mittels Hilfspumpe geförderte Medium kontinuierlich mit Durchflußmessern erfaßt und mit Hilfe von Regler und Regler-

til auf den gewünschten Durchfluß (Dosierleistung) geregelt wird. Solches Verfahren kann bei Leistungen von mehreren m^3/h preiswerter als Dosierpumpen sein.

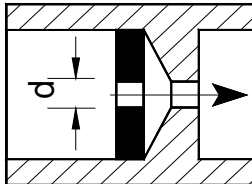


Selbstregelnde Blende

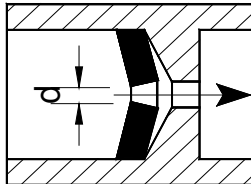
Eine preisgünstige Methode zur Erzielung konstanter Dosierung ist die "Selbstregelnde Blende". Der Durchfluß wird konstant gehalten, weil

sich die Blendenöffnung abhängig vom Differenzdruck durch Biegung verändert.

kleine Druckdifferenz



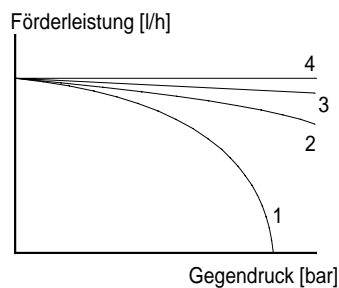
große Druckdifferenz



Von den bekannten Pumpen-Systemen sind nach bisherigen Erfahrungen einige nicht oder nur unzulänglich für Dosierpumpen geeignet. Ungeeignet sind z.B. alle Kreiselpumpen, weil sie als dynamische Fördersysteme stark von den Druckverhältnissen auf Saug- und Drückseite abhängig sind. Die Q-H-Kurve gibt Druckseite abhängig sind darüber

Auskunft. Die weltweit am häufigsten verwendeten Dosierpumpen sind Membran-Dosierpumpen, Kolben-Dosierpumpen und die Kombination aus beidem, die Kolben-Membran-Dosierpumpen. Diese Pumpen, ihre Anwendung und Zubehör sollen in den folgenden Kapiteln näher besprochen werden.

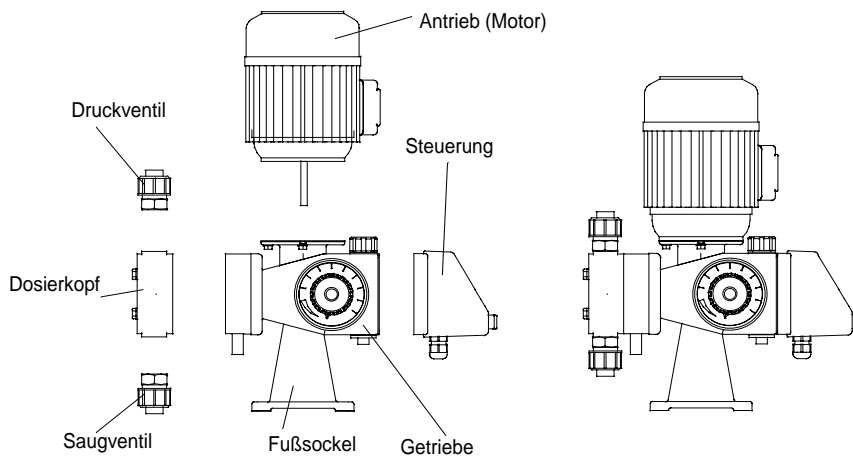
Q-H-Kurven im Vergleich



- 1 Kreiselpumpen
- 2 Membran-Dosierpumpen
- 3 Kolben-Dosierpumpen
- 4 theoretische Kennlinie

Dosierpumpen bestehen aus folgenden Baugruppen:

1. Antrieb
2. Getriebe mit mechanischer Verstellmöglichkeit der Dosiermenge je Hub
3. Dosierkopf mit Saug- und Druckventil
4. Wenn erforderlich, mit Hub-Fernverstellung für die Verwendung der Pumpe im Regelkreis
5. Wahlweise elektronische Steuerung direkt an der Pumpe



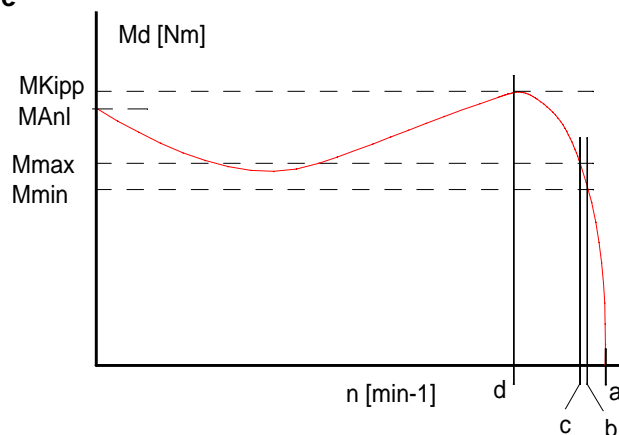
Die vorgenannten Baugruppen sind den vielfältigen Anforderungen der Praxis entsprechend in einer großen Anzahl von Varianten lieferbar.

Antrieb

Der Antrieb dient der Energiezufuhr, die nötig ist, um das Dosiergut durch das Leitungssystem gegen Reibungs- und Betriebsdruck zu transportieren. Als Antrieb dienen überwiegend Drehstrom-Motoren. Diese drehen sich normalerweise mit einer ausreichend konstanten

Drehzahl, auch bei unterschiedlichen Belastungen. Für höhere Genauigkeitsansprüche der Dosierung kann mit Hilfe von Armaturen dafür gesorgt werden, daß die Belastung des Motors zu jeder Zeit gleich ist und damit die mittlere Drehzahl nicht beeinflusst wird.

Motor-Kennlinie



MAnl = Anlaufmoment
MKipp = Kipp-Moment

Mmax = max. Moment
Mmin = min. Moment

a = Leerlaufdrehzahl

b = Betriebsdrehzahl unter geringerer Last (z.B. hinterer Totpunkt des Kurbelantriebs)

c = Betriebsdrehzahl unter höherer Last (z.B. 90°-Stellung des Kurbelantriebs)

d = Kipp-Punkt, unter dem die Motordrehzahl stark abfällt und Überhitzung auftritt.

Um die Dosierleistung über die Pumpen-Hubfrequenz, d.h. über die Motor-Drehzahl, anpassen zu können, werden Frequenzumrichter eingesetzt. Seltener werden für die Drehzahlregelung noch Gleichstrom-Motore mit Thyristor-Reglern verwendet, obwohl diese insbesondere in Verbindung mit Tachorückmeldung der Motor-Drehzahl einen weit aus größeren Regelbereich als Drehstrom-Motore bieten.

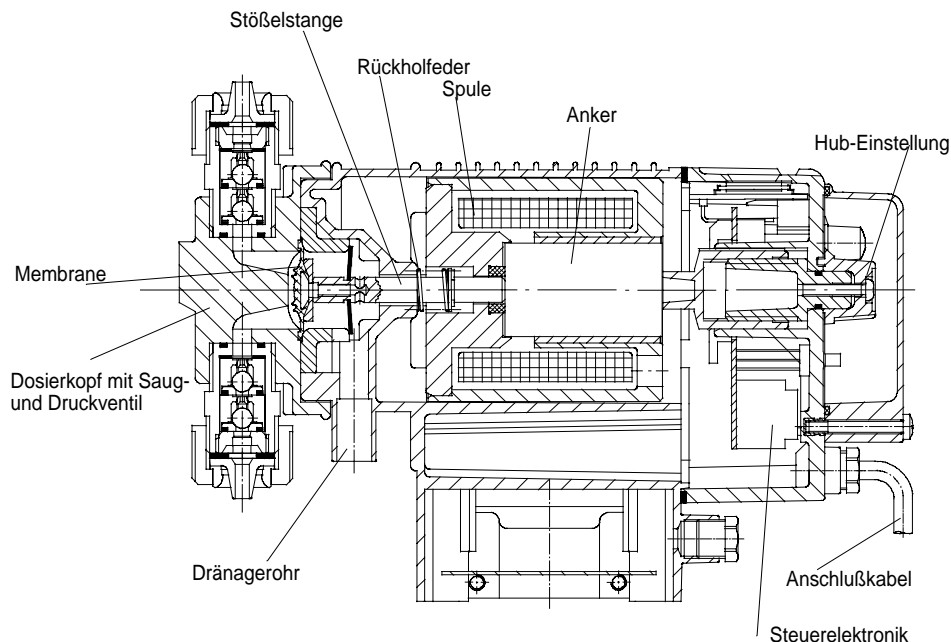
Achtung! Dosierpumpen benötigen im Gegensatz zu Kreiselpumpen praktisch bei jeder Drehzahl das gleiche Drehmoment. Bereits zum Anlauf aus dem Stillstand gegen den vollen Betriebsdruck wird das maximale Drehmoment gefordert. Bei geregelten Drehstrom- und Gleichstrom-Motoren fehlt darüber hinaus bei kleiner Drehzahl die Kühlwirkung des Lüfterrades, wenn die Drehzahl betriebsbedingt unter 50 % gerät. Daher muß für aus-

reichende Kühlung durch Aufbau eines zusätzlichen Motorlüfters (Fremdlüfter) gesorgt werden. Dies tritt immer dann auf, wenn die Dosierpumpe als Stellglied in Verbindung mit einem Regler verwendet wird. Im Einzelfall kann geprüft werden, ob bereits die Verwendung eines ein oder zwei Nummern größeren Motors ausreicht, um auf den Fremdlüfter verzichten zu können, weil die größere Oberfläche des Motors genug Wärmeabstrahlung bietet. Zur Sicherheit sollte bei drehzahlgeregelten Drehstrom-Motoren ein Kaltleiter zur Überwachung der Wicklung eingebaut sein. Für den Betrieb mit einphasigen Stromnetzen werden aus Gründen des Preises häufig Drehstrommotore mit Anlaufkondensator in der sogenannten Steinmetz-Schaltung betrieben.

Dabei ist zu beachten, daß sich dabei das Drehmoment auf weniger als ein Viertel vermindert und eine Dosierpumpe eventuell gar nicht oder nach Stromausfall nicht wieder anläuft.

Für Dosierleistungen bis 100 l/h haben sich neben den Motor-Dosierpumpen weltweit die sogenannten Magnet-Dosierpumpen durchgesetzt, welche ohne Getriebe und rotierende Teile auskommen. Für den Energieeintrag und die Bewegung der Dosiermembrane wird ein Gleichstrom-Hubmagnet verwendet, welcher für jeden einzelnen Dosierhub angesteuert werden kann. Damit ist eine sehr präzise proportionale Dosierung in Abhängigkeit von Ansteuerkontakten (z.B. vom Kontakt-Wasserzähler) oder anderen Signalen möglich.

MAGDOS-Schema



Das Prinzip des Magnet-Antriebs findet bei etwa 100 l/h gegen 1,5 bar seine technische und ökonomische Grenze.

Hydraulische und **pneumatische** Antriebe finden nur beschränkt Verwendung. Pneumati-

sche Membran-Pumpen werden hauptsächlich als großvolumige Schlammumpen verwendet. Auch in explosionsgefährdeten Anlagen finden diese Antriebe Verwendung, weil sie stromlos angesteuert werden können.

Getriebe

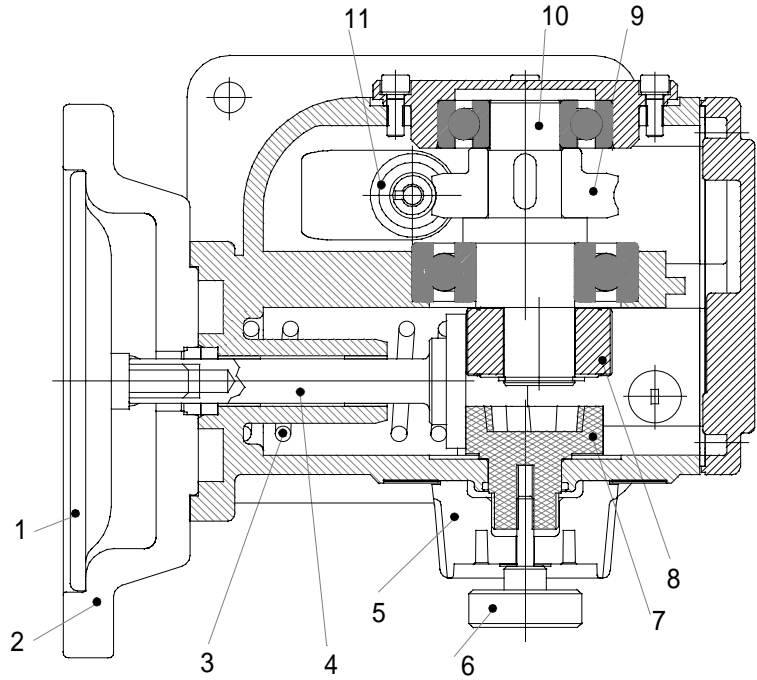
Die Getriebe der handelsüblichen Dosierpumpen sind meist so aufgebaut, daß die rotierende Bewegung des Antriebsmotors über einen einstufigen Schneckenrad-Satz auf die Drehzahl der gewünschten Hubfrequenz reduziert und in eine oszillierende Bewegung umgeformt wird. Die oszillierende, also Hin- und Herbewegung, wird mit einem Exzenter erzeugt. Bei

einfachen Pumpen und solchen des kleineren Förderbereichs bis 1.000 l/h wird der Exzenter durch einen federbelasteten Stößel abgetastet, mit dem der Kolben bzw. die Membrane bewegt wird. Für die Mengenverstellung der Dosierpumpe wird bei diesen Pumpen ein verstellbarer Anschlag verwendet, welcher den Rücklauf des Stößels begrenzt. Hiermit ist eine stufenlo-

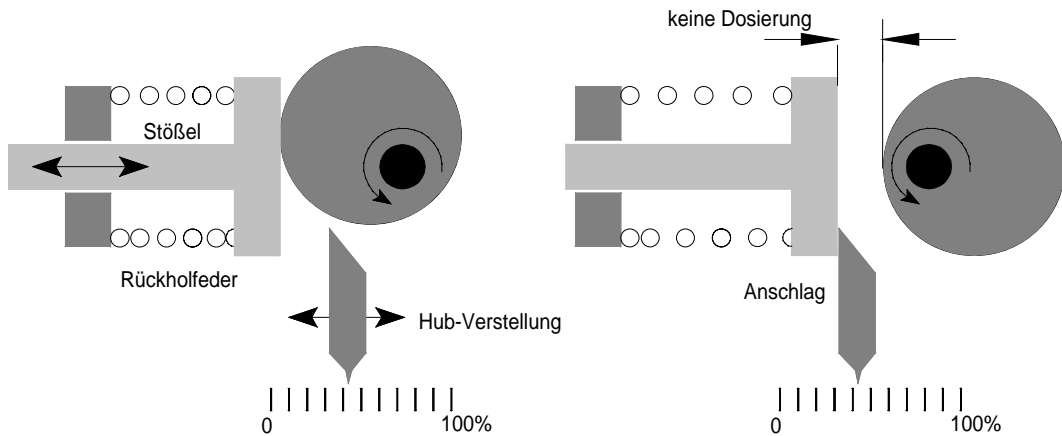
se Verstellung zwischen 0 - 100 % Hublänge möglich. Für die praktische Anwendung sollte allerdings die Mengeneinstellung nur oberhalb 10 % Hublänge verwendet werden, da bei kleinerer Hub-Einstellung eine zu große Abhängigkeit der Förderleistung vom Gegendruck eintritt. Federbelastete Stößel-Triebwerke arbeiten nur bei 100% sinusförmig und werden bei reduzierter Leistung schlagartig gestoppt bzw. be-

schleunigt. Hieraus resultiert eine relativ stoß-behaftete Dosierung. Vorteilhaft ist, im Vergleich zu anderen Prinzipien, die relativ preiswerte Konstruktion. Unter hydraulischen Gesichtspunkten ist außerdem von Vorteil, daß die Membrane bzw. der Kolben auch bei reduzierter Hubeinstellung stets den vorderen Totpunkt erreicht, und damit den Totraum so gering wie möglich hält.

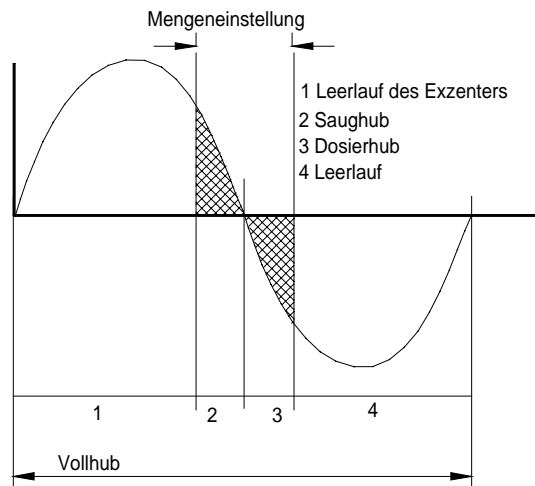
- 1 Membrane
- 2 Membranflansch
- 3 Feder
- 4 Stößel
- 5 Verstellknopf
- 6 Feststellknopf
- 7 Hubbegrenzung
- 8 Exzenterlager
- 9 Schneckenrad
- 10 Exzenterwelle
- 11 Schnecke (von Motorwelle)



Stößel-Triebwerk, eingestellt auf 43% Dosierleistung



Förder-Diagramm eines Stößel-Triebwerks

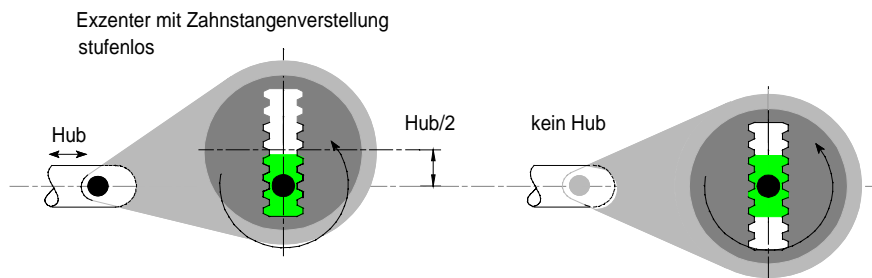


Triebwerk mit Amplituden-Verstellung

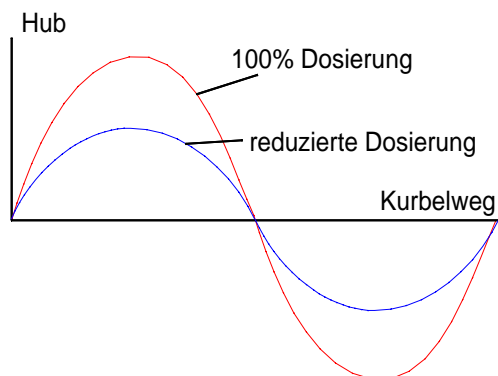
Aufwendigere Mechaniken ermöglichen während des Betriebes eine kontinuierliche Verstellung der Exzentrizität und damit der Hublänge. Die Verdrängerbewegung bleibt sinusförmig ohne Sprünge. Die Verstellung ist

zwischen 0 - 100 % möglich. JESCO-KARDOS-Dosierpumpen verwenden das nachstehend gezeigte Prinzip der stufenlosen Amplitudenverstellung.

Kurbel-Triebwerk mit verstellbarer Amplitude



Förder-Diagramm eines Triebwerks mit verstellbarer Amplitude



Der Antrieb besteht aus einem ölgefüllten Schneckengetriebe mit einstufiger Untersetzung. Kernstück des KARDOS-Getriebes ist der radial verschiebbare Exzenter. Er kann mit der Schräg Zahnstange entsprechend der gewünschten Fördermenge verstellt werden. Von Vorteil ist, daß nach beendeter Einstellung des Hubes keine Teile gleitende Relativbewegun-

gen ausüben. Der Exzenter wirkt wie ein fester Kurbelzapfen. Die Hublänge des Stößeltriebwerks wie auch des Pleuel-Triebwerks kann wahlweise von Hand als auch mit einem Servomotor fernverstellt werden. Servomotoren sind überwiegend elektrisch betrieben. Können aber auch pneumatisch aktiviert werden (Stellzylinder). Für Chargen-Prozesse (Batch-

Control) sind die Pumpengetriebe mit Hubzähleinrichtungen ausrüstbar. Damit ist es mög-

lich, die Pumpe nach einer vorgewählten Anzahl von Hügen abzuschalten.

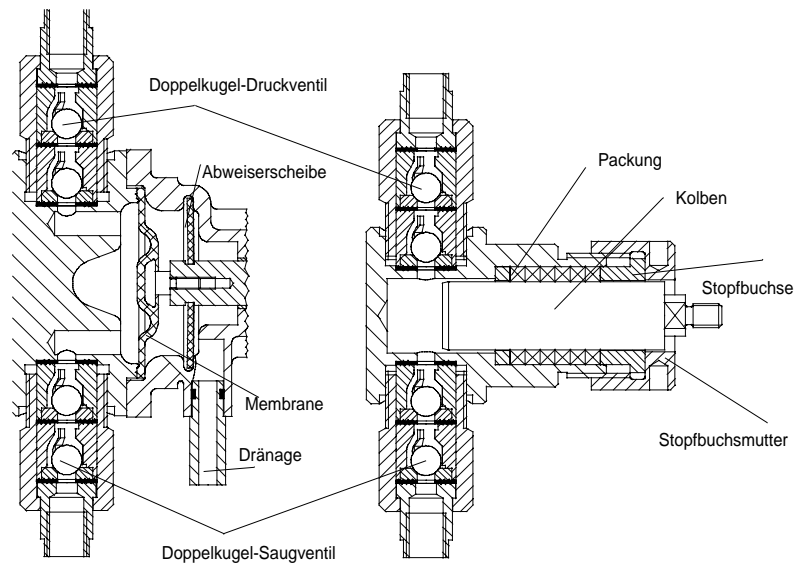
Dosierkopf

Der Dosierkopf ist in vieler Hinsicht der wichtigste Teil einer Dosierpumpe, weil er nicht nur präzise das Volumen abmessen soll, sondern auch chemisch gegen hochaggressive Medien beständig sein und den teilweise sehr hohen Betriebsdruck ertragen muß. Verschiedentlich sind zusätzlich Temperaturen über 100 °C aufzunehmen. Wenn giftige, leicht flüchtige oder abrasive Medien gefördert werden müssen, sollte der Dosierkopf leckagefrei sein. Höher viskose Medien beeinflussen die Ventilfunktion nachteilig, indem das Schließverhal-

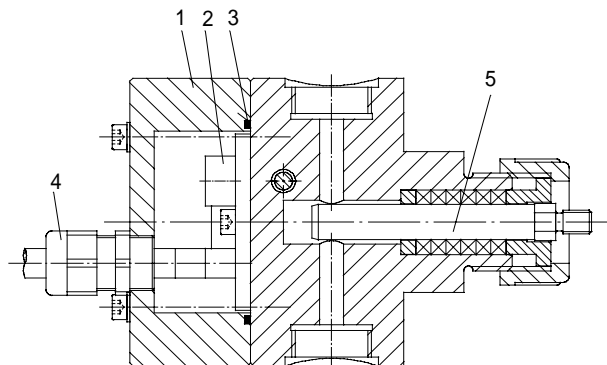
ten verzögert wird. Besondere Vorkehrungen, wie federbelastete Kugeln oder Ventilteller unterstützen das schnelle Schließen der Ventile und garantieren einwandfreie Dosierfunktion. Medien, die bei Raumtemperatur nicht mehr fließfähig sind (z.B. erstarrtes Fett, Talg, Melasse oder Bunkeröl) müssen mit einer Beheizung von Dosierkopf und Ventilen vor Inbetriebnahme bis zur Fließfähigkeit erwärmt werden. Natürlich müssen auch die Saug- und Druckleitungen so erwärmt werden, daß das Medium fließfähig bleibt.

Membran-Dosierkopf

Kolben-Dosierkopf

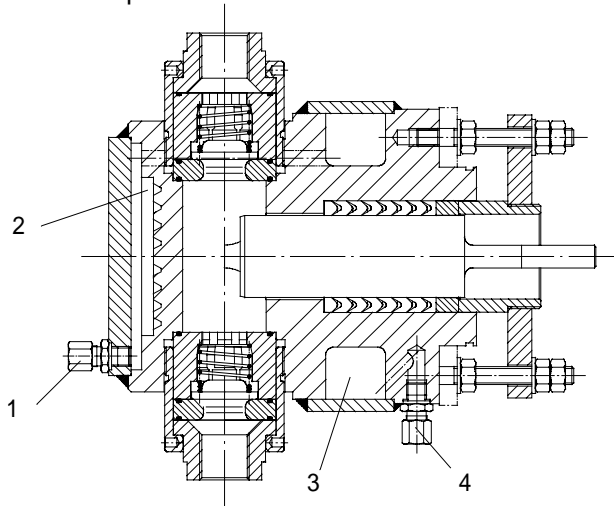


Beheizter Dosierkopf elektrisch



- 1 Schutzgehäuse
- 2 elektr. Heizkörper
- 3 Dichtung
- 4 Kabeleinführung
- 5 Kolben

Warmwasser oder Dampf



- 1 Heizmittel-Eintritt
- 2 vordere Heizzone
- 3 Zylinderheizung
- 4 Heizmittel-Austritt

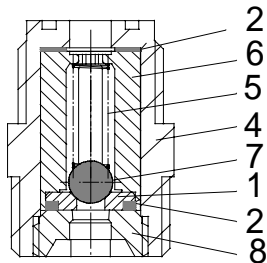
Saug- und Druckventile

Saug- und Druckventilen kommt eine sehr wichtige Aufgabe zu, weil sie dafür zuständig sind, das Dosierchemikal nur in einer Richtung strömen zu lassen und jeden Rücklauf verhindern sollen. Als Rückschlagelement findet entweder Kugeln oder Ventilteller Verwendung. Bei größeren Querschnitten hat der Ventilteller Vorteile gegenüber einer Kugel, weil er geringere Masse aufweist und damit Arbeitsgeräusche mindert. Damit die Ventile auch bei höher

viskosen Medien schnell und zuverlässig schließen, hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Ventile mit Federkraft zu schließen. Nach der Erfahrung sollten bei Pumpen bis 100l/h ab 200mPa*s und bei größeren Pumpen ab 400mPa*s Federn eingebaut sein. Kleinpumpen bis 100l/h sind zur Erhöhung der Rücklaufsicherheit mit zwei Kugeln je Ventil ausgestattet.

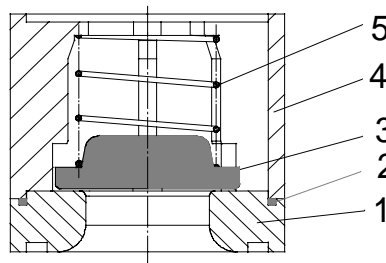
Federbelastetes

Einfach-Kugelventil

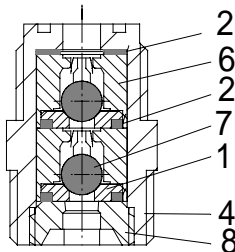


Federbelastetes

Teller-Ventil



Doppelkugel-Ventil



- 1 Ventilsitz
- 2 Dichtung
- 3 Ventilteller
- 4 Ventilgehäuse
- 5 Feder
- 6 Kugelführung
- 7 Ventilkugel
- 8 Stopfen

Verdrängerelemente

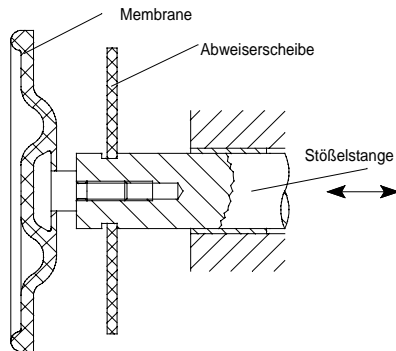
Die üblichen Verdrängerelemente sind die Dosiermembrane und der Dosierkolben. Beide haben je nach Aufgabenstellung, d.h. nach der

Art des zu dosierenden Mediums und der Betriebsbedingungen, Vor- und Nachteile, die im folgenden erläutert werden sollen:

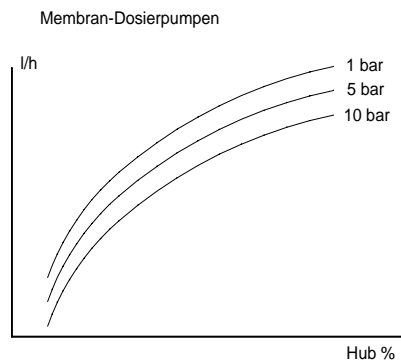
Membrane

Ihr Hauptvorteil ist die absolute Dichtheit, so daß keine giftigen, aggressiven oder umweltbelastigenden Medien nach außen dringen können. Ferner ist die Membrane meist unempfindlich gegen abrasive Medien. Die Membrane ist außerdem trockenlaufsicher. Dieser Vorteil wird aber nur wirksam, sofern nicht Reste des Chemikals zum Auskristallisieren bei Luftzutritt in den Ventilen neigen. (Letzteres kann aber durch Niveauüberwachung im Chemikalien-Vorratsbehälter vermieden werden) Nachteilig ist hauptsächlich die mehr oder weniger vom Druck abhängige Förderung und der unlineare Zusammenhang zwischen Hublänge und Fördermenge (halber Hub ist nicht zwangsläufig halbe Förderung). Dosiermembranen sind üblicherweise nur bis 10 bar verwendbar. Sonderkonstruktionen oder Be-

triebsweisen mit akzeptierter verkürzter Lebensdauer ermöglichen Drücke bis 20 bar. Die Membranen bestehen aus gewebeverstärktem Gummi wie EPDM, Hypalon oder Viton. Zur Erhöhung der Beständigkeit sind die Membranen mit Teflon beschichtet lieferbar. Die Dicke der Beschichtung ist ein Kompromiß zwischen Porenfreiheit des Teflons und Steifigkeit, welche die Bewegung der Membrane einschränken würde. Zur Verbesserung der Förderkennlinie (Linearisierung in Abhängigkeit von der Hublänge) und zur Erhöhung der Dosierleistung können Membranen auch mit sogenannten "Stützpilzen" unterstützt werden. Für die Befestigung Membrane am Getriebestößel wird ein rundes Metallteil mit Gewindezapfen einvulkanisiert



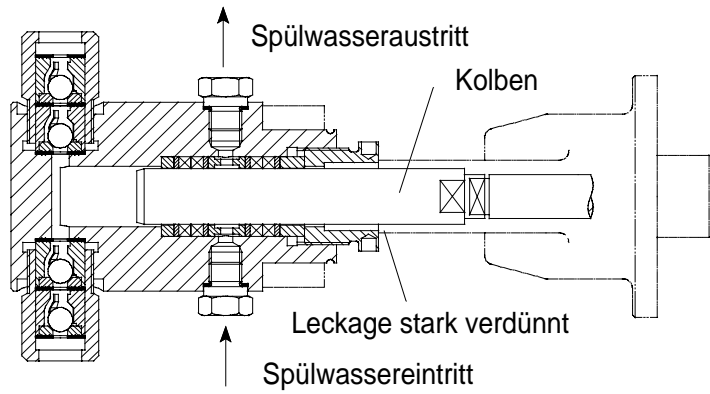
Förder-Kennlinien von Membranpumpen



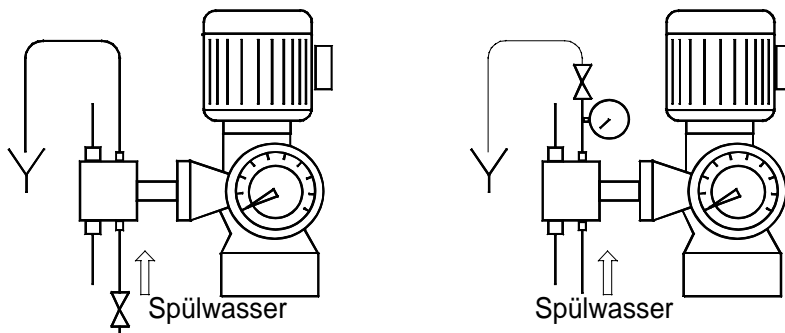
Kolben

Die Kolben-Pumpe kann gegen Drücke bis zu mehreren 100 bar fördern und die Dosierleistung ist relativ unabhängig vom Gegendruck. Außerdem besteht ein sehr linearer Zusammenhang zwischen Hublänge und Fördermenge. Nachteilig muß aber die Leckage angesehen werden, welche sogar sein muß, um die Packung zu schmieren. Trockenlauf ist nicht zulässig. Die trockene Reibung zwischen Kolben und Packung würde zu einer örtlichen Überhitzung und Riefenbildung mit zunehmender Leckage führen. Wegen der Leckage verbietet sich der Einsatz für giftige und stark aggressive Medien. Es gibt allerdings eine Mög-

lichkeit, dennoch Kolben-Pumpen für vorgenannte Medien einzusetzen, indem die Laterne der Packung stark mit Wasser gespült wird, so daß die nach außen dringende Leckage nur noch unwesentlich mit dem problematischen Dosiergut konzentriert ist. Die Verwendung der Spülung hängt allerdings stark von den örtlichen Gegebenheiten und der Art des Mediums ab. Für abrasive Medien kann es Sinn machen, an der Spüllaterne einen Druck aufzubauen, der höher als der Betriebsdruck ist, um eventuell eintretende Partikel in Richtung Medium zu spülen.

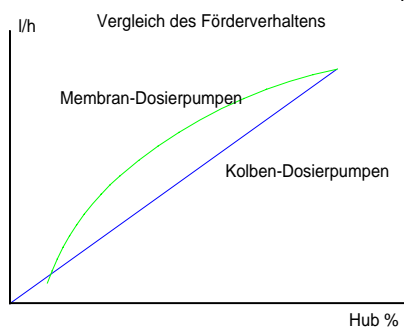
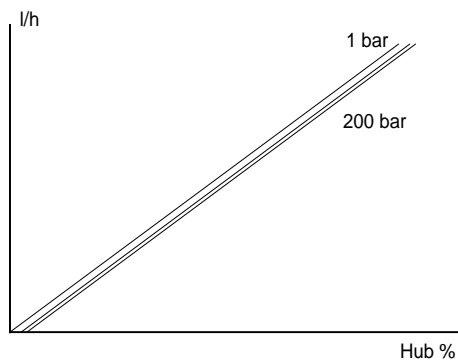


Laternenspülung



Förder-Kennlinie für Kolben-Dosierpumpen

Kolben-Dosierpumpen



Die Konfliktsituation zwischen Aggressivität und dadurch geforderter Leckagefreiheit einerseits und betriebsbedingten hohen Drücken, welche den Einsatz einfacherer Membran-Pumpen verbieten, wird gelöst durch den Ein-

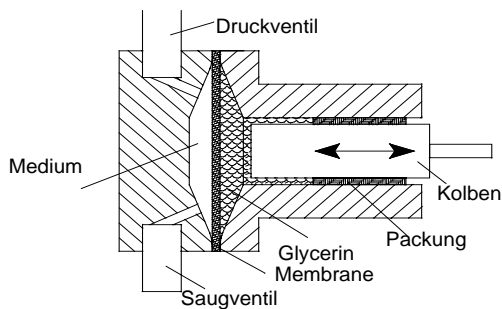
satz von Kolben-Membran-Dosierpumpen. Diese Pumpenart vereint Präzision und hohe Förderdrücke der Kolben-Pumpen mit der Leckagefreiheit von Membran-Pumpen.

Kolben-Membran-System KMS

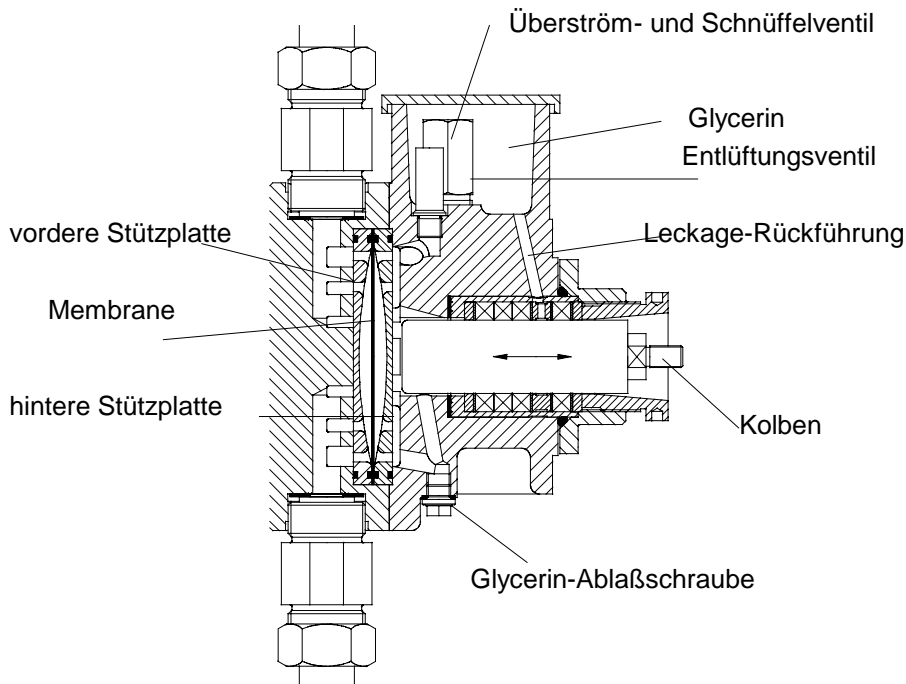
Die Vorteile von Membran-Pumpen und Kolben-Pumpen werden von dem "Kolben-Membran"-System vereinigt, ohne jeweils deren Nachteile zu übernehmen. Die Funktion des Kolben-Membran-Systems läßt sich am einfachsten verstehen, indem man sich vorstellt, daß der Zylinder der Kolbenpumpe durch eine Membrane vom eigentlichen Dosierkopf hermetisch abgedichtet ist. Um die Verdrängung des Kolbens auf die Mediumseite zu übertragen, wird der Raum zwischen Kolben und Membrane luftfrei mit Glycerin oder Sili-

konöl gefüllt. Die Membrane wird daher zwangsmäßig das gleiche Volumen verdrängen, welches der Kolben verschiebt. Also wird auch auf der anderen Seite der Membrane das Medium in gleicher Weise verdrängt. Da der Kolben Leakageverluste hat, wird über ein Schnüffelventil sichergestellt, daß bei Flüssigkeitsmangel entsprechende Mengen nachgesaugt werden können. Andererseits sorgt zum Schutz vor Überdruck ein Druckbegrenzungsventil dafür, daß überschüssiges Glycerin bzw. Silikonöl in den Vorratsbehälter zurückströmen kann.

Prinzip des Kolben-Membran-Dosierkopfes



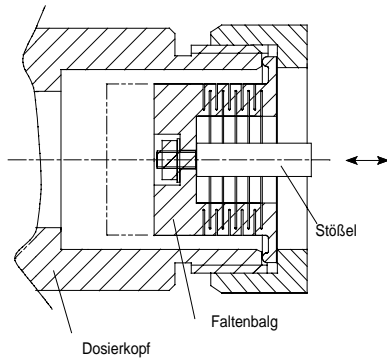
Reale Konstruktion eines Kolben-Membran-Dosierkopfes



Faltenbalg

Im Effekt zwischen Kolben-Membran-Pumpe und der normalen Membran-Pumpe liegt die Faltenbalg-Pumpe. Sie hat anstelle der Membrane einen ziehharmonikaartigen Balg (Faltenbalg), der durch den Exzenter in seiner Länge verändert wird. Der Faltenbalg ist leck-

gefrei und hat gegenüber der normalen Membrane eine relativ lineare Fördercharakteristik (kolbenartig). Leider ist dieses Prinzip aufgrund der mechanischen Festigkeit vom meist verwendeten PTFE nur bis 5 bar einzusetzen.



Materialien

Wegen der hohen chemischen Beständigkeit werden Kunststoff-Dosierköpfe bevorzugt. Verwendung finden unter anderem PVC, PPh, PE, PVDF; PTFE und PMMA (Acrylglas). Kunststoff ist allerdings nur bis etwa 10 bar anzuwenden, wenn er nicht metallisch gekammert wird.

Für Dichtungen und bewegliche Gummiteile werden u.a. Hypalon, EPDM und Viton verwendet. Alle Elastomere bei Bedarf mit PTFE-Schutz.

Kolben werden aus verschiedenen Edelstählen, auch mit zusätzlichem Verschleißschutz durch Oberflächenhärtung, sowie aus Aluminium-Oxid-Keramik gefertigt. Kolben aus Kunststoff haben sich nicht bewährt.

Ventilkugeln sind meist aus Glas, Keramik, Kunststoff

(z.B. PVDF oder PTFE) und Edelstahl erhältlich. Ventilteller statt -kugeln sind in Kunststoff (PVC, PVDF und Teflon) und Edelstahl verfügbar. Je nach Viskosität können die Ventilkugeln mit Schließfedern belastet werden. Ventilteller sind meistens federbelastet.

Für die Eindichtung der Kolben werden überwiegend PTFE-Seidengeflecht-Packungen im Hinblick auf die fast universelle Beständigkeit eingesetzt. Für abrasive Medien und Drücke über 100 bar werden Aramid-Packungen (auf Basis von Kohlenstoffasern) oder Lippenringe (Nuttingmanschetten) aus Elastomeren verwendet, weil diese Dichtungsarten Partikel besser vom Kolben abstreifen können (Anwendung für Suspensionen).

Nuttingmanschetten dichten progressiv mit zunehmendem Druck.

1.1.1 Verschiedene Dosieraufgaben

In der Industrie- und Verfahrenstechnik fallen sehr unterschiedliche Aufgaben an, in denen etwas in bestimmter Weise dosiert werden muß. Solche Aufgaben können z.B. sein:

1. Stetiges, gleichmäßiges Dosieren, solange der Prozeß in Betrieb ist.
2. Dosieren für eine begrenzte Zeit, um eine bestimmte Menge in eine Charge einzutragen.
3. Gleichzeitiges Dosieren mehrerer Komponenten, die in einem festen Mengenverhältnis zueinander stehen. Wichtig ist, daß das Verhältnis nicht beeinflußt wird, wenn äußere Einwirkungen die Dosiereinrichtung beeinflussen, damit die Gesamtrezeptur konstant bleibt.
4. Proportionale Dosierung, bei der die Dosierleistung unverzüglich einem Signal angepaßt wird. Bei einem vom Durchflußmesser kommenden Signal bedeutet es, daß die Dosierleistung bei Durchfluß 0 ebenfalls 0 und bei 100 % Durchfluß auf ebenso 100 % Dosierleistung ansteigt.
5. Anpassung der Dosierleistung in der Weise, daß das im Verfahrensprozeß gesetzte Ziel erreicht wird. Dazu muß die zu regelnde Größe Einfluß auf die Dosierleistung nehmen. Bei einer pH-Wert-Regelung wird daher die Dosierpumpe vom pH-Regler in Abhängigkeit der Abweichung vom gewünschten pH-Wert verstellt.

Dosierpumpen können auch dazu eingesetzt werden,

1. um Medien von einem Vorratsbehälter in einen Vorlagebehälter umzufüllen,
2. um ein höheres Konzentrat in eine Mischeinrichtung zur Verdünnung zu transportieren,
3. um ein Medium im gleichen Behälter umzuwälzen,
4. um eine durch einen einzelnen Hub bestimmte Menge in ein einzelnes Gefäß zu dosieren, z.B. Aromastoffe in die einzelnen Dosen einer Abfüllmaschine,
5. zur Speisung einer Zirkulationsleitung, um aus dieser Leitung verschiedene Abnehmer zu bedienen,
6. um unter Verwendung einer Waage Medien genau abgemessen in einen Behälter oder Prozeß zu überführen. Häufig wird bei diesem gravimetrischen Dosieren der gesamte Vorratsbehälter gewogen und die daraus entnommene Menge pro Zeit präzise erfaßt.

1.2 Lutz-Jesco-Dosierpumpenprogramm

Hier soll in Ergänzung zu der Druckschriften-Sammelmappe eine generelle Übersicht gegeben werden. Details und technische Einzelheiten sind den Druckschriften, Datenblättern und Betriebsanweisungen zu entnehmen. Nach

folgendem Schema gliedert sich das JESCO-Programm in Membran-Dosierpumpen, Kolben-Dosierpumpen und Kolben-Membran-Dosierpumpen:

Lutz-Jesco-Pumpenprogramm

X = Standard 0 = auf Wunsch lieferbar

- = Kolben-Membran-System mit FEDOS, REKOS und KARDOS

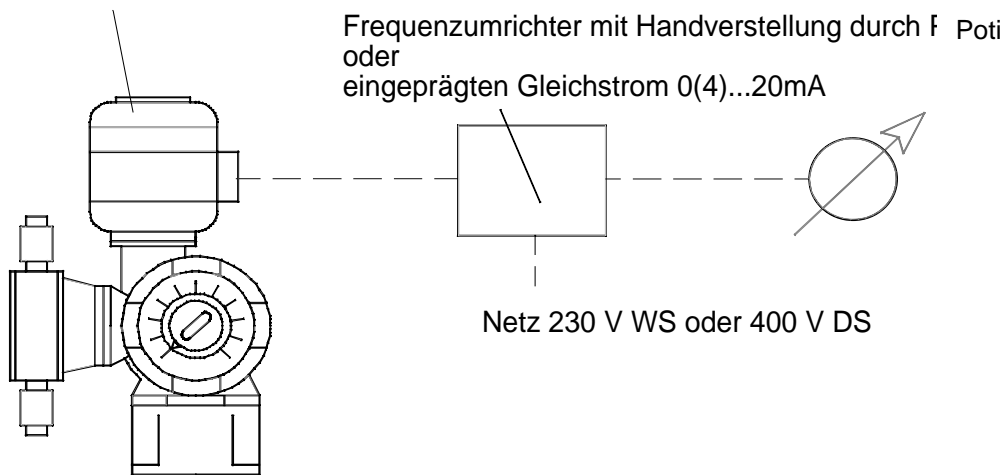
		Dosierkopf mit:											
		Membrane					Kolben				KMS*		
Funktion	Pumpen-Typ ↔	MAGDOS	MINIDOS A	MEMDOS E	MEMDOS DX	MEMDOS MR	MEMDOS GMR	FEDOS TK	FEDOS K	REKOS KR	KARDOS KN	KARDOS N	KMS-Kolben-Membran-Dosierkopf
		Leistung	l/h maximal	100	24	380	380	980	4400	40	40	725	850
Hub-Verstellung	manuell	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
	elektrisch		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Drehzahl- Verst.	manuell						X						
	elektrisch		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hub-Frequenz	manuell	X			X								
	elektrisch	0			X								
ansteuerbar mit Kontakt	direkt	X			X								
	Zusatzelektronik		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Antrieb	WS-Motor		0	X	X	0		0	0	0		0	
	DS-Motor		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	GS-Motor			0	0	0	0		0	0	0	0	0
	EX-Motor			0	0	0	0		0	0	0	0	0
	Magnet	X											
max. Anzahl der Dosierköpfe		1	1	1	1	2	2	2	2	2	12	6	6

Alle vorgenannten Systeme werden in Standardausführung mit Drehstrommotoren angetrieben. Die Mengenverstellung geschieht mechanisch über die Hublänge. Für den Fall elektrischer Fernverstellung durch Hand oder Regler sind die Drehstrommotore mit Frequenzumrichter regelbar, oder die Pumpen werden zur Ansteuerung über Thyristor-Regler mit Gleichstrommotoren ausgestattet. Die ständige

Verbesserung der Frequenzumrichter für Drehstrommotore hat allerdings dazu geführt, daß Gleichstrommotore nur noch sehr selten eingesetzt werden. Vorteil der Drehzahlverstellung ist die unmittelbare Anpassung der Förderleistung an das Steuersignal. Alternativ oder zusätzlich kann der Hub mit einem Servomotor fernverstellt werden.

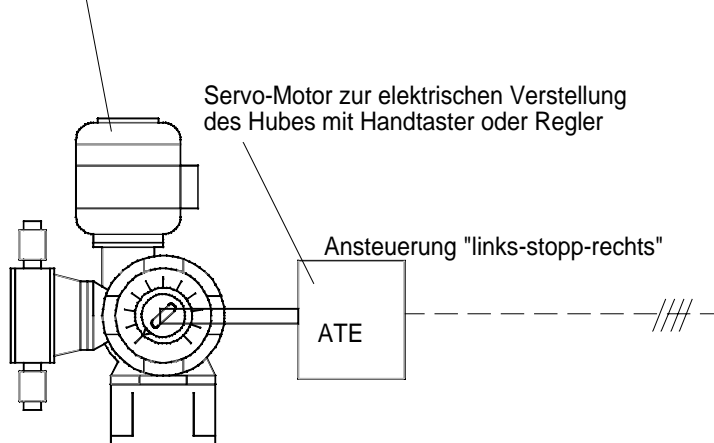
Schema Frequenzumrichter zur Drehzahlregelung

variable Antriebsdrehzahl, konstanter Hub



Schema Servo-Motor ATE zur Hubverstellung

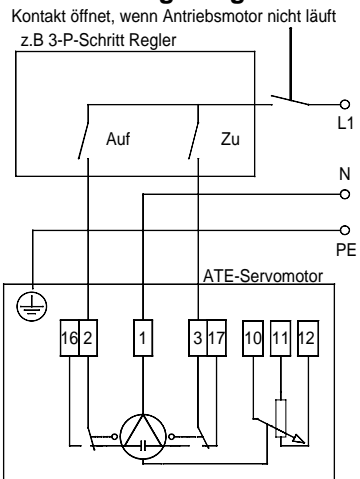
konstante Antriebsdrehzahl, variabler Hub



Zu beachten ist, daß der Hub vom Servomotor nicht verstellt werden darf, wenn der Antriebsmotor stillsteht. Hier muß eine elektrische Ver-

riegelung vorgesehen werden. Bei Nichtbeachtung kann das Getriebe des Servomotors beschädigt werden

Schaltplan der Verriegelung



Unter regeltechnischen Gesichtspunkten ist zu bedenken, daß der Servomotor die Mengenerstellung erheblich langsamer durchführt, als es mit der Beeinflussung der Drehzahl des Antriebsmotors möglich ist. Als weiterer Vorteil der Drehzahlverstellung gegenüber der Hubverstellung mit Servomotor ist anzusehen, daß eine bessere Linearität zwischen Signal und Dosierleistung garantiert ist. Halbe Drehzahl entspricht halber Dosierleistung, unabhängig davon, ob es sich um eine Membrandosierpumpe oder Kolbendosierpumpe handelt. Wie in vorigen Kapiteln ausgeführt, hat die Membrandosierpumpe keine lineare Beziehung zwischen Hublänge und Dosierleistung. Daher dosiert sie bei halber Hublänge auch nicht zwangsläufig die Hälfte. Dieses muß bedacht werden, wenn die Dosierpumpe ohne Rückführung in einer offenen Steuerkette betrieben wird, z.B. bei einer proportionalen Zudosierung in Abhängigkeit vom Durchflußmesser-Signal.

Anmerkung: Wenn die Dosierpumpe im geschlossenen Regelkreis als Stellglied benutzt wird, ist es fast unerheblich, ob die Beziehung

zwischen Signal und Dosierleistung linear ist, weil der Regler die Dosierpumpe so lange verstellt, bis der Istwert den Sollwert erreicht hat. Die Getriebe der motorgetriebenen Pumpen sind in den meisten Ausführungen Stößel-Triebwerke mit einstufiger Schneckenraduntersetzung. Nur für die Membran-Pumpen GMR und Kolben-Pumpen KARDOS werden Kurbeltriebwerke mit Pleuel verwendet. Während die GMR stets einen konstanten Hub ausführt und in der Drehzahl variiert werden kann, ist bei der KARDOS eine stufenlose Verstellung der Exzentrizität des Exzenters möglich. Daher wird stets ein gleichmäßiger Sinus, allerdings mit variabler Amplitude, durchfahren. Die Dosierbereiche fangen bei den Magnetpumpen mit dem Bereich 0 ... 0,1 l/h an und enden sowohl bei der größten Membran-Pumpe wie auch bei den Kolben-Pumpen bei 4.200 l/h je Kopf. Mit Ausnahme der Magnet-Dosierpumpen und MEMDOS E/DX sind alle Dosierpumpen als Einfach- und Zweifachpumpen, sowie die KARDOS auch als Mehrfachpumpen lieferbar. Siehe dazu vorstehende Tabelle.

Mehrfachpumpen

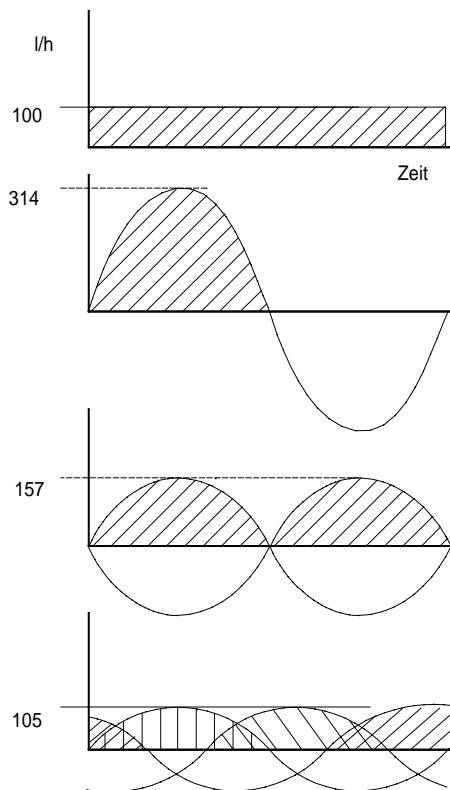
Der Einsatz von Mehrfachpumpen kann verschiedene Gründe haben:

1. Erhöhung der Dosierleistung
2. Aufteilung der gewünschten Dosierleistung auf mehrere Dosierköpfe, weil für die einzelnen Köpfe ein höherer Druck zulässig ist als für einen großen Kopf.
3. Reduzierung der Dosierpulsationen. Dazu Aufteilung der gewünschten Dosierleistung auf mehrere phasenversetzte Dosierköpfe (z.B. 2 Köpfe um 180°), um einen gleichmäßigeren Dosierstrom zu erhalten.
4. Die Mischung verschiedener Komponenten ist mit Mehrfachpumpen ideal möglich, weil das einmal eingestellte Mengenverhältnis wegen des gemeinsamen Antriebsmotors auch bei Drehzahlschwankungen konstant bleibt. Bei Strom- oder Motorausfall bleibt die Pumpe für alle Dosiermedien zu gleichen Zeit stehen.
5. Bei Forderung nach absoluter Parallelität der Dosierung verschiedener Komponenten kann das Getriebe der Mehrfachpumpe so hergerichtet werden, daß die Dosierhübe genau zur gleichen Zeit erfolgen, also ohne Phasenverschiebung die sinusförmigen Dosierhübe überlagern.

Förderleistungsdiagramme unterschiedlicher Dosierpumpen, von denen jede **100 Liter** in der gleichen Zeit fördert.

Die schraffierten Flächen entsprechen 100 Liter.

Förderleistungsdiagramme



gleichmäßige Förderung (z.B. Kreiselpumpe)

Einfach-Dosierpumpe
In der Spitze werden
 $3,14 \cdot 100 = 314$ l/h dosiert

Doppel-Dosierpumpe, bei der die
Gesamtmenge auf zwei Köpfe zu
je 50% aufgeteilt wurde.
 $3,14 \cdot 50 = 157$ l/h

Dreifach-Dosierpumpe, bei der
die Gesamtmenge gedrittelt wird und
jeder Kopf
 $3,14 \cdot 33,3 = 105$ l/h dosiert

1.3 Armaturen und Zubehör

In vielen Fällen kann die gestellte Aufgabe mit der Dosierpumpe allein nicht gelöst werden. Dann müssen geeignete Hilfsmittel und Armaturen zusätzlich angewendet werden, um die Bedingungen so zu optimieren, daß die hy-

draulischen Verhältnisse überhaupt eine Dosierung ermöglichen, oder damit die Pumpe die maximale Genauigkeit erzielt. Folgende Situationen können zusätzliche Maßnahmen erfordern:

Zu verbessernder Betriebszustand der Dosieranlage	Empfohlene Armatur bzw. Installation
1. Das Ansaugen wird erleichtert, wenn das bei einem Hub angesaugte Volumen in der Saugleitung nicht zurücklaufen kann, sondern in der zuletzt erreichten Höhe gesichert wird.	Saugleitung mit Fußventil (Kugelrückschlagventil) zusätzlich mit Schutzsieb verwenden
+	Ansaughilfe nahe am Saugventil der Dosierpumpe installieren Möglichkeit einer Druckentlastung am Druckstutzen der Saugpumpe vorsehen. Dazu kann entweder die Multifunktions-Armatur PENTABLOC oder manuelle bzw. elektrisch zu bedienende Dosierkopfentlüftung verwendet werden, z.B. GAS-EX. Hebergefaß mit Hand-Vakuumpumpe oder manuell bzw. automatisch aktiviertem Injektor vorsehen.
3. Dosierpumpen haben meist recht große Toträume. Die Lufteinschlüsse wirken sich daher sofort störend aus. Die Dosierung kann völlig aussetzen	Manuelle oder automatische Dosierkopfentlüftung GAS-EX oder/und Entgasungsbehälter am Saugventil installieren.
4. Veränderliche Zulaufhöhen des Vorratsbehälters beeinflussen die Dosierleistung	Zwischenbehälter (Vorlagebehälter) mit konstant gehaltener Füllhöhe schaffen, z.B. mit Schwimmerventil oder Saugdruckregler SDR.

5. Im Falle eines versehentlichen Absperrrens der Dosierleitung oder einer Verstopfung, kann der entstehende Überdruck Schaden an der Dosierpumpe und -anlage anrichten.	Überströmventil als Sicherheitsventil einbauen..
6. Veränderliche Gegendrücke beeinflussen, insbesondere bei Membranpumpen die Dosiermenge	Druckhalteventil für konstanten Gegendruck einbauen.
7. Es wird mehr dosiert als die Pumpe gemäß Einstellung fördern dürfte, weil folgende Zustände zur Überförderung führen: a) zu hoher Druck auf der Saugseite b) Vakuum an der Impfstelle c) geodätisch tiefer liegende Impfstelle d) Massenträgheit der Flüssigkeitssäule wegen langer Dosierleitung	zu a, b und c): Druckhalteventil am Ende der Dosierleitung einbauen zu d) Pulsationsdämpfer PDS kurz vor dem Saugventil installieren und/oder Druckhalteventil am Ende der Dosierleitung einbauen.
8. Einführung des Dosierguts an der Impfstelle sollte über ein Rückschlagventil erfolgen, damit im Falle eines Bruchs der Dosierleitung kein Medium von der Prozeßseite austreten kann.	Installationsfertige Impfstellen bestehend aus Absperrventil, Rückschlagventil und Injektionsrohr (bis zur Mitte des Prozeßrohres) einbauen. Vor längeren Stillstandszeiten der Dosierpumpe sollte das Absperrventil der Impfstelle geschlossen werden. Nicht nur auf die Funktion des Rückschlagventils verlassen !
9. Druck- und Mengenschwankungen der oszillierenden Dosierpumpe sind unerwünscht. Die aus den Beschleunigungen resultierenden hohen Druckspitzen können das Dosierergebnis und die Lebensdauer negativ beeinflussen Schwebekörper-Durchflußmesser benötigen eine gleichmäßige Strömung	Pulsationsdämpfer am Ausgang des Dosierkopfes installieren. Bei kritischen Ansaugverhältnissen (lange Saugleitungen, große Saughöhe) ist auch auf der Saugseite mit Pulsationsdämpfern Verbesserung zu erzielen.
10. Das Dosiergut neigt zum Absetzen oder Ausfällen (Sedimentation). Dadurch können Dosierleitungen und beim Stillstand auch die Ventile bzw. Verdrängerelemente nachteilig beeinflusst werden.	Dosierkopf mit Kopfspülung ausstatten, die vor Stillstandszeiten den Kopf und die Ventile mit z.B. Wasser spült.
11. Das Dosiermittel ist bei Raumtemperatur erstarrt und nicht mehr fließfähig.	Dosierkopf und Ventile mit Beheizung ausrüsten. Heizung durch Strom, Dampf oder Warmwasser. Evtl. auch die zur Pumpe führenden und abgehenden Leitungen mit Begleitheizung versehen.
12. Membrandefekt könnte aggressives oder giftiges Medium austreten lassen.	Leckagesensor LECKCHECK am Dosierkopf installieren.
13. Kontrolle, ob tatsächlich dosiert wird.	Visuelle Durchflußkontrolle oder elektrischen Durchflußsensor FLOWCON am Pumpenausgang installieren.

Nachfolgend werden die Armaturen näher beschrieben:

1.3.1 Saugleitungen

Die einwandfreie Befüllung des Dosierkopfes beim Saughub hängt davon ab, ob in der kurzen Zeit der Saugbewegung genügend Flüssigkeit vom Vorratsbehälter durch die Saugleitung nachfließen kann. Der Fließbewegung wirken die Massenträgheit der Flüssigkeit und die Rohrreibung entgegen. An dieser Stelle sei daran erinnert, daß der Saugvorgang in Wirklichkeit kein "Saugen" ist, sondern daß der

Verdränger (Membrane oder Kolben) im Dosierkopf Platz schafft in der Hoffnung, daß der Luftdruck in der Lage ist, schnell genug Flüssigkeit vom Vorratsbehälter nachzudrücken. Die Flüssigkeit in der Saugleitung muß vom Luftdruck so schnell nachgeschoben werden können, daß die Flüssigkeit stets in Kontakt mit der Membrane bzw. dem Kolben bleibt und dort nicht "abreißt". Dieser Abreißvorgang wird

auch Kavitation genannt und hat zweierlei Nachteile:

- a) Der Dosierkopf wird nicht ausreichend gefüllt und führt zu Minderleistung
- b) die während der Kavitation auftretenden Dampfblasen schlagen anschließend wieder zusammen und führen zur mechanischen Zerstörung der Dosierkopf-Innenteile.

Wenn die Flüssigkeit hochgesaugt werden muß (z.B. bei Erdtanks oder Pumpenmontage oberhalb des Behälters), wirkt der dazu erforderliche Saugdruck ebenfalls nachteilig auf die Kopffüllung. Bei positivem Zulauf, d.h. die Pumpe befindet sich unterhalb des Behälter-niveaus, hilft der statische Druck den Kopf zu füllen. Die negativen Einflüsse werden mit kürzerer Saugleitung und größerem Leitungsdurchmesser verringert. Die Länge der Saugleitung sollte für wasserähnliche Medien möglichst 2 m nicht überschreiten und der Durchmesser so gewählt werden, daß eine Geschwindigkeit von 0,8 m/sek nicht überschritten wird. Bei oszillierenden Dosierpumpen ohne

Pulsationsdämpfung ist die Strömung nicht gleichmäßig. Die Spitzengeschwindigkeit beträgt bei Einfachdosierpumpen mit Exzenterantrieb ca. das Dreifache von dem, was nach der nominellen Pumpen-Förderleistung (also bei gleichmäßiger Strömung) zu erwarten ist. Darum ist für die **Dimensionierung** der Saugleitung **von oszillierenden Dosierpumpen** mit Motorantrieb die **dreifache maximale Dosierleistung** zu berücksichtigen.

Für Magnetpumpen, bei denen der Hub nicht sinusförmig verläuft sondern mehr impulsartig, ist aus Sicherheitsgründen die 5-fache Menge zu berücksichtigen.

Hinweis:

Saugleitungen länger als 2 Meter und bei Medien mit hohem Dampfdruck wie z.B. Methanol, sollten Saug- und Bei Medien höherer Viskosität als Wasser, Druckleitung rechnerisch

überprüft und entsprechend dimensioniert werden. Außer der allgemein verfügbaren Literatur über Hydraulik können die folgenden Kapitel 1.3.1.1 und 1.3.1.2 eine Hilfestellung bieten.

1.3.1.1 Berechnung des Durchmessers der Saugleitung unter Berücksichtigung der Hubfrequenz

Um trotz der pulsierenden Arbeitsweise der Dosierpumpen stets eine einwandfreie Füllung des Dosierkopfes zu gewährleisten, muß am Einlaß des Saugventils ein Druck herrschen, der in der Lage ist, das Dosiermittel **so** schnell in den Dosierkopf strömen zu lassen, wie es der Kolben (Membrane) beim Saughub fordert. Wenn das Dosiermittel nicht gleichschnell folgen kann, "reißt" die Strömung ab ... es tritt **Kavitation** auf. Der am Saugventil herrschende Druck wird allgemein mit vorhandenem NPSHa-Wert bezeichnet (als Abkürzung der

englischen Bezeichnung "**Net Positive Suction Head, available**"). Die bei oszillierenden Dosierpumpen systembedingten Beschleunigungen und Verzögerungen der Flüssigkeitssäule erfordern eine besondere Beachtung bei der Saugleitungsdimensionierung. Da der Abstand zwischen Dosierpumpe und Behälter häufig vorgegeben ist, muß der Durchmesser unter Berücksichtigung der Saugleitungslänge so gewählt werden, daß Kavitation vermieden wird. Der vorhandene NPSH-Wert läßt sich mit folgender Formel berechnen:

$$(I) \quad NPSHa = p_{Beh} - p_{Dampf} \pm H_{Saug} \times \zeta / 10^4 \text{ [bar abs]}$$

$$p_{Beh} = \text{Absolutdruck im Dosiermittelbehälter (bar abs)}$$

(bei offenen Behältern ist $p_{Beh} \approx 1$ bar abs in Meereshöhe)

$$p_{Dampf} = \text{Dampfdruck des Dosiermittels (bar abs) bei der Temperatur am Ventileintritt. (Wasser bei 20 °C hat einen Dampfdruck von 0.023 bar)}$$

$$H_{Saug} = \text{Saughöhe [m]} \quad (+) \text{ bei Zulauf} \quad (-) \text{ beim Hochsaugen}$$

$$\zeta = \text{Dichte [kg/m}^3\text{]}$$

Der Mindest-Durchmesser der Saugleitung läßt sich bei gegebenem NPSHa-Wert und Kenntnis der Hubfrequenz der Dosierpumpe berechnen mit der Formel:

$$(II) \quad d \geq \sqrt{\frac{Q * F * L * \zeta}{8.6 * 10^5 * (NPSH_a - 0.15)}}$$

Diese Formel berücksichtigt keine Strömungsverluste.

Q	=	Förderleistung [l/h]
F	=	Hubfrequenz [Hübe/min]
d	=	Saugleitungsdurchmesser [mm]
L	=	Saugleitungslänge [m]
ζ	=	Dichte [kg/m³]
NPSH _a	=	siehe Formel (I)

Bemerkung: Faktor 8.6*10⁵ kompensiert Maßeinheiten
Konstante 0,15 ist ein Sicherheitsabzug in [bar]

1.3.1.2 Berechnung der ohne Pulsationsdämpfer durch Beschleunigung bewirkten Druckspitze im Dosierkopf beim Druckhub

(III)

$$p_{Beschl} = \frac{Q * F * L * \zeta}{8.6 * 10^5 * d^2} \text{ [bar]} \quad (\text{Einheiten wie vorstehend})$$

Die so errechnete Druckspitze muß zum Betriebsdruck addiert werden, gegen den dosiert werden soll. Die Summe muß unter dem für die Pumpe zulässigen Druck liegen.

Die für die Leitungsberechnung ausschlaggebende Beschleunigung ist am hinteren bzw. vorderen Totpunkt am größten. Da genau an den beiden Totpunkten keine Dosierung stattfindet, weil sich der Verdränger (Kolben oder Membrane) gerade im Stillstand befindet, tritt in diesem Moment kein Druckverlust durch Rohrreibung auf. Andererseits ist die Rohrreibung am größten, wenn die Strömungsgeschwindigkeit ihren Höhepunkt erreicht. Dieser liegt bei etwa 90° Kurbelwinkel. Während die-

ses Moments herrscht gleichmäßige Strömung, also keine Beschleunigung oder Verzögerung.

Für die Berechnung der Leitungen reicht es daher meistens aus, wenn jeweils die Grenzsituationen überprüft werden, d.h. die maximale Beschleunigung und der dadurch zu erwartende Druckstoß bzw. Druckabsenkung bis hin zur Kavitation und andererseits der bei maximaler Strömung bewirkte Druckverlust durch Reibung in Leitung und Armaturen.

Auch für die Druckleitung empfiehlt sich die Berechnung des Rohrdurchmessers für einen akzeptierten Druckstoß.

$$(IV) \quad d \geq \sqrt{\frac{Q * F * L * \zeta}{8.6 * 10^5 * p_{Beschl.}}} \text{ [bar]} \quad (\text{Einheiten wie vorstehend})$$

Hinweis:

Bei oszillierenden Pumpen wie Membran- und Kolben-Dosierpumpen wird oft fälschlich zur Ermittlung des Rohrreibungsverlustes nur die nominelle Förderleistung eingesetzt. Dabei wird versäumt, die tatsächlich maximal auftretende Strömung zu berücksichtigen. Diese ist bei Motor-Dosierpumpen ca. dreimal und bei Magnet-Pumpen ca. fünfmal höher (siehe dazu 1.5.3.4). Bei Verwendung eines Pulsationsdämpfers gilt die 3- bzw. 5-fache Menge nur zwischen Pumpe und Dämpfer. In der übrigen Leitung kann die nominelle Dosierleistung berücksichtigt werden.

Insbesondere die Druckverlustberechnung durch Rohrreibung ist recht kompliziert, weil sie u.a. auch von der Viskosität der Flüssigkeit abhängt. Abgesehen davon, daß die Viskosität stark temperaturabhängig ist (niedrigere Temperatur bewirkt Erhöhung der Viskosität in

Flüssigkeiten), weist die Viskosität verschiedener Flüssigkeiten auch weitere unterschiedliche Merkmale auf. So können Flüssigkeiten, welche bei gleicher Temperatur gleiche Viskosität zeigen, sich völlig anders verhalten, wenn die Flüssigkeit schnell bewegt wird. Es gibt Flüssigkeiten, die bei steigender Geschwindigkeit in Rohrnetzen oder Behältern progressiv zunehmende Zähigkeitseigenschaften zeigen und solche, bei denen die Viskosität sich scheinbar verringert. Bezüglich Dosierpumpen und Armaturen wird empfohlen, die Rohrleitungsverluste sorgfältig nach den in der Fachliteratur zugänglichen Formeln und Werten zu berechnen. Für die überschlägige Dimensionierung der Rohrleitung unter Berücksichtigung der Beschleunigung können die Formeln unter Punkt 1.3.1.1 verwendet werden.

Die Dimensionierung der Leitung nach den Reibungsverlusten kann annähernd mit folgenden Formeln erfolgen:

1.3.1.3 Berechnung des Druckverlustes unter Berücksichtigung der Rohrreibung

Zur überschlägigen Ermittlung der Druckverluste durch Rohrleitungen und Rohreinbauten

1. Strömungsgeschwindigkeit

Ausgehend von der zu fördernden Menge Q (l/h) und der angenommenen Strömungsgeschwindigkeit w (m/s) wird der Rohrdurchmes-

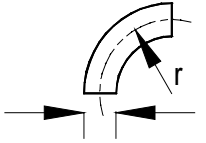
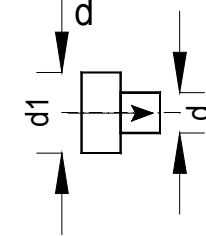
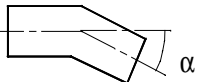
ser d (mm) gefunden. Hierzu kann **Diagramm 1.5.3.4** verwendet werden.

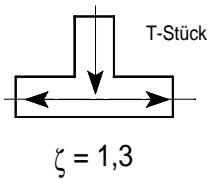
wie Krümmer, Übergangsstücke, Ventile usw. dient folgendes Rechenschema:

2. Druckverlust Δp_A durch Armaturen

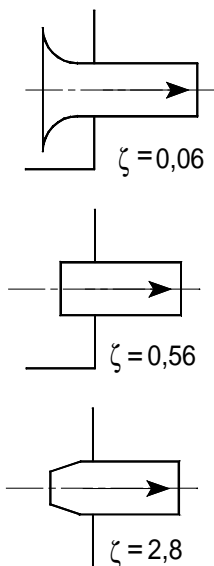
Aus der Tabelle ist der **Widerstandsbeiwert ζ** der einzelnen im Leitungsverlauf eingebauten Armaturen, Krümmen usw. zu ermitteln und zu **addieren**.

Für in der Tabelle nicht aufgeführte Rohreinbauten sind vergleichbare ζ -Werte einzusetzen.

Rohrbogen															
	<table border="1"> <tr> <th>r/d</th> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>10</td> </tr> <tr> <th>ζ</th> <td>0,5</td> <td>0,3</td> <td>0,23</td> <td>0,18</td> <td>0,2</td> </tr> </table>	r/d	1	2	4	6	10	ζ	0,5	0,3	0,23	0,18	0,2		
r/d	1	2	4	6	10										
ζ	0,5	0,3	0,23	0,18	0,2										
	<table border="1"> <tr> <th>d/d1</th> <td>0,1</td> <td>0,3</td> <td>0,5</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <th>ζ</th> <td>0,45</td> <td>0,42</td> <td>0,38</td> <td>0,3</td> <td>0,17</td> <td>0,09</td> </tr> </table>	d/d1	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	ζ	0,45	0,42	0,38	0,3	0,17	0,09
d/d1	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9									
ζ	0,45	0,42	0,38	0,3	0,17	0,09									
	<table border="1"> <tr> <th>α</th> <td>10</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>90</td> </tr> <tr> <th>ζ</th> <td>0,04</td> <td>0,06</td> <td>0,15</td> <td>0,3</td> <td>0,6</td> <td>1,2</td> </tr> </table>	α	10	15	30	45	60	90	ζ	0,04	0,06	0,15	0,3	0,6	1,2
α	10	15	30	45	60	90									
ζ	0,04	0,06	0,15	0,3	0,6	1,2									



Ein- bzw. Auslaufstutzen an Behältern



Armaturen-Art	ζ
Kugelhahn	0,6
Schrägsitzventil	0,6
DIN-Absperrventil	3,9
Eck-Ventil	3,0
Magnetventil	6,0
Rückschlagklappe	6,0
Klappen- bzw. Kegel-Strömungswächter	5,8
Schwebekörper-Durchflußmesser	6,5

$$(V) \quad \Delta p_A = \frac{\sum \xi * w^2}{2 * 10^5} * \zeta = \left| \frac{\sum \xi * Q}{1,264 * d^2} \right|^2 * \zeta \quad [\text{bar}]$$

w = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]

ζ = Dichte [kg/m³]

d = Rohrdurchmesser [mm]

Q = Dosierleistung [l/h]

3. Druckverluste Δp_R in der Rohrleitung

Zur überschlägigen Berechnung des Druckverlustes in der Leitung muß zuerst ermittelt

werden, ob die Strömung laminar oder turbulent verläuft. Dazu wird die Reynold-Zahl ermittelt nach Formel:

$$(VI) \quad Re = \frac{w * d / 1000}{\nu}$$

w [m/s] = Strömungsgeschwindigkeit

d [mm] = Rohrdurchmesser

ρ [kg/m³] = Dichte

ν [m²/s] = kinematische Viskosität

η [mPa*s] = dynamische Viskosität

$$\nu = \text{Viskosität [m}^2\text{/s]} \longrightarrow \text{Umrechnung: } \nu = \frac{\eta}{\rho * 1000}$$

Wenn $Re \leq 2320$ beträgt, ist die Strömung **laminar** und für den Druckverlust-Faktor muß nachstehende Formel eingesetzt werden:

$$(VII) \quad \lambda = 64 / Re$$

Wenn $Re > 2320$ und damit die Strömung **turbulent** ist, kann für glatte Rohre und Schläuche mit guter Näherung nach folgender Formel gerechnet werden:

$$(VIII) \quad \lambda = 0,3164 / Re^{0,25}$$

$$(IX) \quad \Delta p_R = \frac{L * \lambda * w^2}{d * 2 * 10^2} * \zeta \quad [\text{bar}]$$

4. Gesamtdruckverlust Δp_{ges}

Der gesamte zu erwartende Druckverlust ist die Summe der Leitungs- und Einbauverluste.

$$(X) \quad \Delta P_{gesamt} = \Delta P_R + \Delta P_A$$

5. Beispiel

400 l/h Salzlösung sollen gegen 1bar Systemdruck mit einer Dosierpumpe MR400 gefördert werden. Die Pumpe arbeitet mit einem Stößeltriebwerk sinusförmig oszillierend mit 50 Hüben/min.

$\rho = 1180 \text{ kg/m}^3$

$\nu = 2 * 10^{-5} \text{ [m}^2\text{/s]} \longrightarrow \eta = 23,6 \text{ [mPa*s]}$

Anlagenaufbau:

Dosier-Pumpe; 0,5m PVC-Rohr; Absperrventil (DIN-Ventil); 30m PVC-Rohr, Magnetventil; Strömungswächter; Krümmer; Durchflußmes-

Die Förderleistung der Pumpe beträgt maximal 456 l/h gegen maximal zulässige 5 bar. Gesucht sind Rohrdurchmesser und Druckverluste.

ser; Krümmer; T-Stück; 4 m PVC-Rohr. Rauigkeit des Rohres 0.01 mm. Systemdruck 1bar.

Lösung:

Wegen der oszillierenden Arbeitsweise muß die nominelle Durchflußmenge mit 3 multipliziert werden.
 $456 * 3 = 1368 \text{ l/h}$

Der **Rohrdurchmesser** kann in Diagramm 1.5.3.4 zu **16 mm** bei einer Geschwindigkeit von **1,89 m/s** ermittelt werden.

$$\text{Leitungslänge} = 0,5 + 30 + 4 = 34,5\text{m}$$

Die Summe der ξ -Werte ergibt

DIN-Ventil	3,9
Magnetventil	6,0
Strömungswächter	5,8
Krümmen	0,5
Durchflußmesser	6,5
Krümmen	0,5
T-Stück	1,3

$$\Sigma \xi = 24,5$$

$$\text{Re} = \frac{w * d / 1000}{\nu} = \frac{1,89 * 16 / 1000}{2 * 10^{-5}} = 1512$$

$$\lambda = 64 / \text{Re} = 64 / 1512 = 0,0423$$

$$\Delta p_R = \frac{L * \lambda * w^2}{d * 2 * 10^2} * \zeta = \frac{34,5 * 0,0423 * 1,89^2}{16 * 2 * 10^2} * 1180 = 1,92 \text{ bar}$$

$$\Delta p_A = \frac{\Sigma \xi * w^2}{2 * 10^5} * \zeta = \frac{24,5 * 1,89^2}{2 * 10^5} * 1180 = 0,52 \text{ bar}$$

$$\Delta P_{\text{gesamt}} = \Delta p_R + \Delta p_A = 1,92 + 0,52 = 2,44 \text{ bar Druckverlust}$$

Kommentar:

2,44 bar sind für die Pumpe zulässig, da der Druck trotz Systemdruck von 1bar noch unter 5 bar (max.zulässiger Gegendruck) liegt.

Aber wie sieht es mit der Beschleunigung aus? Nach Formel (III) Punkt 1.3.1.2 errechnet sich der Beschleunigungsdruck zu

$$p_{\text{Beschl}} = \frac{Q * F * L * \zeta}{8,6 * 10^5 * d^2} \text{ [bar]} = \frac{456 * 50 * 34,5 * 1180}{8,6 * 10^5 * 16^2} = 4,22 \text{ [bar]}$$

Der Beschleunigungsdruck addiert sich zu 1bar Systemdruck.: **1 + 4,22 = 5,22 > 5bar !!!**

Damit ist der zulässige Druck bereits überschritten. Also muß der Durchmesser unter diesem Aspekt neu errechnet werden:

$$\text{Nach Formel (IV) , Punkt 1.3.1.2 ist: } d \geq \sqrt{\frac{Q * F * L * \zeta}{8,6 * 10^5 * p_{\text{Beschl}}}}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{456 * 50 * 34,5 * 1180}{8,6 * 10^5 * 1}} = 32,85 \rightarrow \text{DN32 würde Druckspitzen von max. 1bar erzeugen}$$

Mit Pulsationsdämpfer wäre die Strömung recht gleichmäßig und die mittlere Durchflußmenge entspräche der nominellen Pumpenleistung von 456 l/h. Druckspitzen wegen Be-

schleunigung treten nicht auf und die Rohrreibung errechnet sich für die Leitung 16mm zu: Im Diagramm 1.5.3.4 wird bei **16 mm** Leitung eine Geschwindigkeit von 0,63 m/s ermittelt. Der Druckverlust in der Leitung ergibt:

$$\text{Re} = \frac{w * d / 1000}{\nu} = \frac{0,63 * 16 / 1000}{2 * 10^{-5}} = 504$$

$$\lambda = 64 / \text{Re} = 64 / 504 = 0,127$$

$$\Delta p_R = \frac{L * \lambda * w^2}{d * 2 * 10^2} * \zeta = \frac{34,5 * 0,127 * 0,63^2}{16 * 2 * 10^2} * 1180 = 0,64 \text{ bar} \ll 5 \text{ bar}$$

Der Pulsationsdämpfer erlaubt in diesem Fall die Nennweite DN16.
Siehe dazu die Artikel unter Punkt 1.3 "Armaturen".

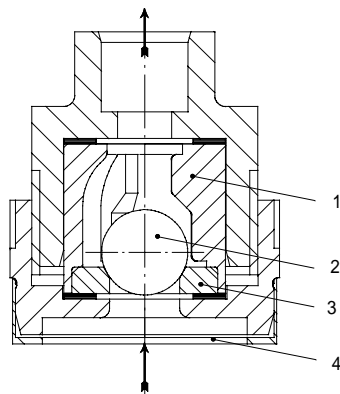
1.3.2 Komplett-Saugleitungen

Für die am häufigsten vorkommenden Dosieranlagen wurden Saugleitungen anwendungsgerecht konfektioniert. Sie sind mit einem durch Sieb geschützten Fußventil ausgestattet. Die Saugleitungen sind flexibel und starr lieferbar. Starre Saugleitungen sind stets dann einzusetzen, wenn im Vorratsbehälter ein Rühr-

werk angebracht ist. Schlauchleitungen würden sich um die Rührwerkswelle wickeln.

Flexible Schlauch-Saugleitungen werden mit einem Beschwerungsstück versehen, damit das Fußventil stets eine senkrechte Stellung beibehält und bei noch leerer Saugleitung nicht aufschwimmt.

Fußventil



- 1 Kugelführung
- 2 Kugel
- 3 Sitz
- 4 Filtersieb

Wenn die Pumpe in Höhe des Behälterbodens oder tiefer angeordnet ist und der Anschluß unten am Behälter zulässig ist, braucht kein Fußventil vorgesehen zu werden. Es sollte dann aber ein Absperrventil und ein Sieb vorhanden sein, um Verunreinigungen von den Pumpenventilen fernzuhalten. Auch muß si-

chergestellt sein, daß der Flüssigkeitsdruck des Behälters nicht durch die Pumpe drückt und die Dosiergenauigkeit nachteilig beeinflusst bzw. zur Überförderung und Leerhebern des Behälters führt. Erforderliche Armaturen wie Druckhalteventile werden ab Kapitel 1.3.4.dargestellt.

1.3.2.1 Trockenlaufschutz

Luft oder Gas im Pumpensystem führt zur Störung der Dosierung und fordert meistens das völlige Entlüften des Dosierkopfes und einen neuen Ansaugvorgang bei druckentlasteter Förderleitung. Im Falle von aggressiven oder giftigen Medien ist das ein tunlichst zu vermeidender Vorgang. Um den Eintritt von Luft in das System nach Entleerung des Vorratsbehälters zu verhindern, empfiehlt sich in jedem Fall, den Behälter mit einer Niveauüberwachung als Trockenlaufschutz auszurüsten. Bei gleichzeitig vorhandenem Rührwerk muß dieses ebenfalls vor Trockenlauf bewahrt werden. Als Trockenlaufüberwachung eignen sich sowohl Schwimmerschalter mit elektrischem Kontakt wie Stab-Elektroden (Nutzung der

Leitfähigkeit des Mediums), über deren Schaltrelais die Pumpe vor Entleerung des Behälters abgeschaltet wird. Für die am häufigsten vorkommenden Fälle sind auch hier Standard-Ausführungen festgelegt worden, bei denen die Niveauüberwachung gleich mit der Saugleitung kombiniert wurde.

Andere Prinzipien der Niveau-Erfassung werden hier nicht beschrieben. Dazu gehören u.a. die Nutzung von Echo, elektrischer Kapazität, Radioaktivität oder Lichtbrechung.

Saugleitungen mit Fußventil und Schwimmerschalter zur Leer-Meldung sind in zweckmäßiger Konzeption vorhanden, z.B. als Gebinde-Sauglanze für Standard Chemikalienbehälter.

1.3.2.2 Gebinde-Saugleitungen

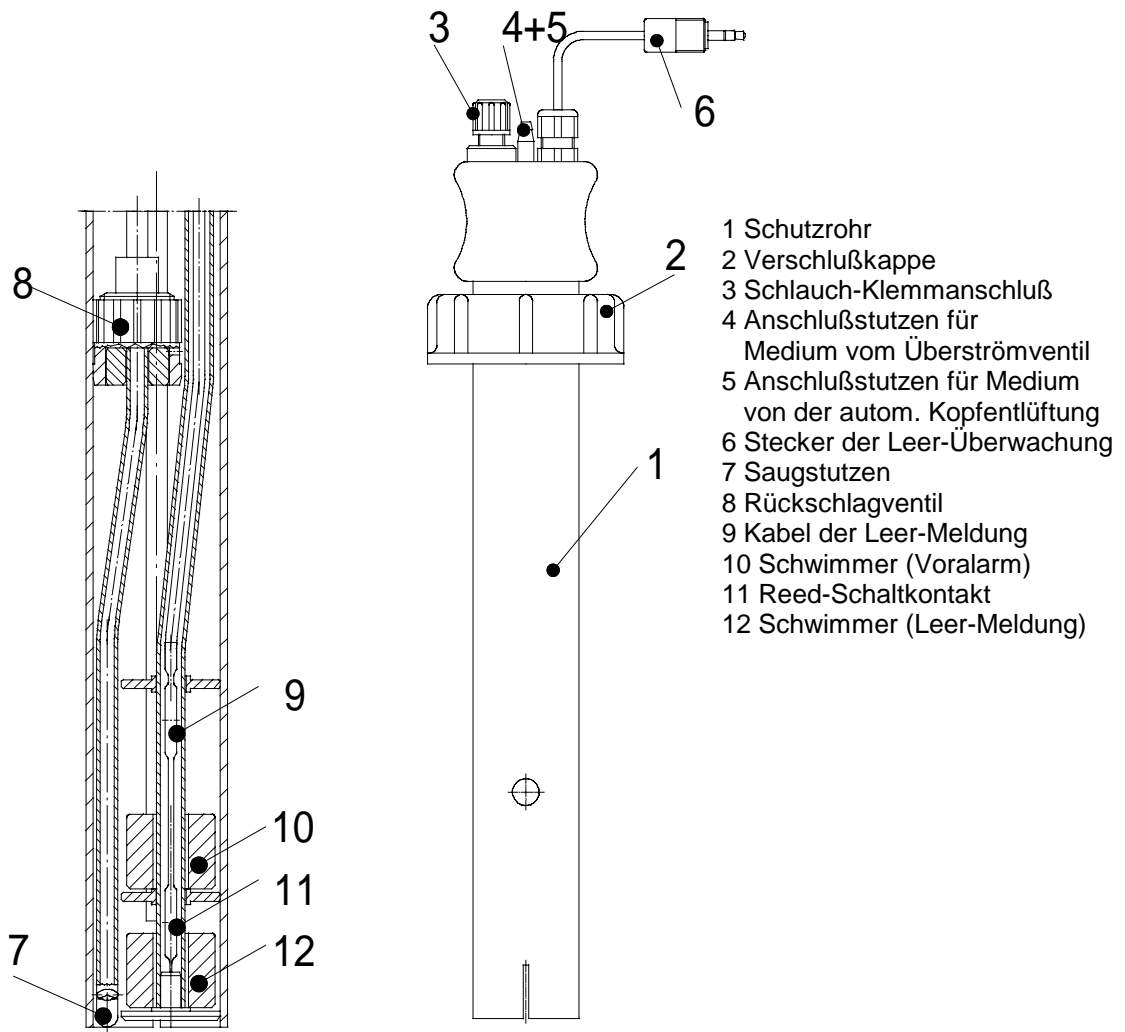
Viele Chemikalien und Produkte werden in handhabungsfreundlichen Behältern zwischen 30 und 60 Litern gehandelt. Auch die Deckel sind überwiegend genormt (z.B. Größe K 60).

Für die unmittelbare Entnahme der Chemikalien aus diesen Gebinden wurde die Gebinde-Saugleitung entwickelt. Sie hat folgende Vorteile:

1. Anwendbar für Pumpen bis etwa 25 l/h.
2. Deckel verschiebbar und damit Anpassung an verschiedene Gebindegrößen.
3. Alle Funktionsteile geschützt gegen Stoß und Behinderung.
4. Saugleitung ausgestattet mit Rückschlagventil.
5. Eintrittsstutzen so gestaltet, daß bei Gebinnewechsel keine Luft eintritt, welche insbesondere kleine Dosierpumpen stören würde.
6. 2 Anschlußstutzen für Chemical-Rückführleitungen. Damit kann z.B. Flüssigkeit vom Sicherheitsventil des Systems und von einer Dosierkopfentlüftung zurückgeführt werden.
7. 2-fach Inhaltsüberwachung, welche rechtzeitig Alarm geben kann, um ein neues Gebinde zu beschaffen und nach Entleerung des Behälters die Dosierpumpe abschalten kann, um Lufteintritt zu verhindern.

Die Saugleitungen mit integrierter Niveauüberwachung können unmittelbar an JESCO-Magnetdosierpumpen angeschlossen werden,

um diese ohne zusätzliches Niveaurelais zu schalten.



1.3.3.1 Vorlagebehälter und Ansaughilfe

Es gibt im wesentlichen zwei Gründe, Vorlagebehälter vor dem Saugventil zu installieren:

a) Erleichterung des Ansaugens

Dosierpumpen kleinerer Leistung können bei der Inbetriebnahme aufgrund des geringen Saugvolumens kein so großes Vakuum schaffen, daß die Flüssigkeitssäule in der Saugleitung nach kurzer Zeit den Dosierkopf erreicht. In diesem Fall wird der Vorlagebehälter dazu genutzt, daß er mit seiner Erstbefüllung die Pumpe unmittelbar ansaugen läßt, um die

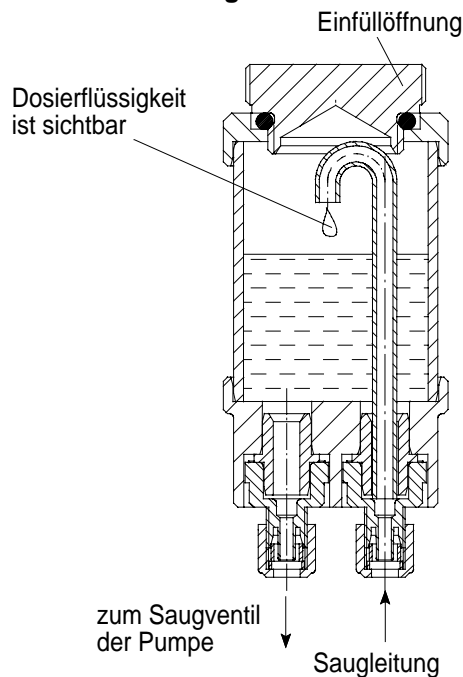
Ventile zu befeuchten und den Wirkungsgrad zu verbessern. Infolge der Niveauabsenkung wird im Vorlagebehälter ein Vakuum geschaffen, welches ein ständiges Nachströmen vom Chemikalienbehälter ermöglicht. Wenn keine Ausgasung (siehe b) auftritt, kann der Vorlagebehälter über lange Zeit ungewartet arbeiten

b) Gasabscheider

Auffangen von Gas oder Luft, welche vom Medium abgeschieden wird oder bei Gebindewechsel in die Saugleitung eintritt und die Dosierung infolge Totraumwirkung unterbrechen

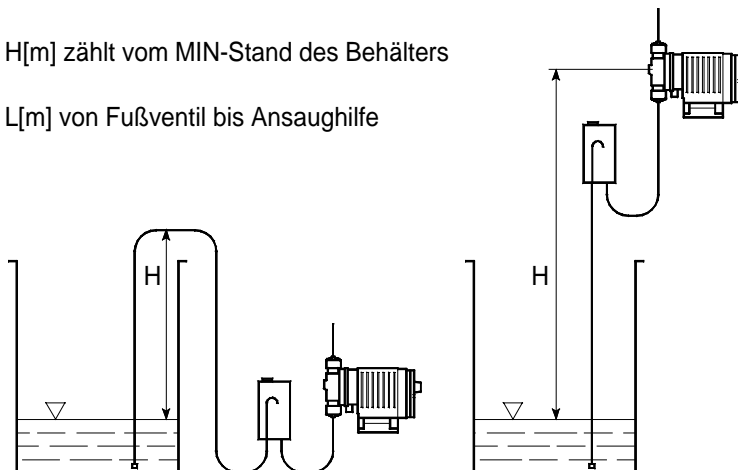
könnte. Wenn die Befüllung des Vorlagebehälters vom Gas verdrängt ist, muß der Behälter neu befüllt werden.

Vorlagebehälter und Ansaughilfe



$H[m]$ zählt vom MIN-Stand des Behälters

$L[m]$ von Fußventil bis Ansaughilfe



Nachfolgende Tabelle gilt für Luftdruck 1bar abs. und gleichbleibende Nennweite für die gesamte Leitung. Das erforderliche Vorlage-Volumen für beliebige Rohr- \varnothing errechnet sich

aus $V=B \times (DN)^2$. Das so ermittelte Volumen des Vorlagebehälters enthält ca. 20% Zuschlag und ermöglicht der Pumpe, Medium bis zur Höhe H emporzusaugen.

Tabelle zur Dimensionierung von Ansaughilfen

Saughöhe H[m] bei fast leerem Behälter	Leitungs- länge L[m] gesamt vom Ventil an	Dichte [kg/m ³]	Mindest- volumen B[dm ³] für DN1	Mindestvolumen des Vorlagebehälters bei Leitungsdurchmesser DN [dm ³]					
				4	6	10	16	25	40
1	2	1000	0.00115	0,02	0,04	0,11	0,3	0,7	1,8
1	2	1500	0.00127	0,02	0,05	0,13	0,3	0,8	2,0
1	2	2000	0.00140	0,02	0,05	0,14	0,4	0,9	2,2
1	5	1000	0.00146	0,02	0,05	0,15	0,4	0,9	2,3
1	5	1500	0.00176	0,03	0,06	0,18	0,4	1,1	2,8
1	5	2000	0.00209	0,03	0,08	0,21	0,5	1,3	3,3
2	3	1000	0.00258	0,04	0,09	0,26	0,7	1,6	4,1
2	3	1500	0.00306	0,05	0,11	0,31	0,8	1,9	4,9
2	3	2000	0.00371	0,06	0,13	0,37	1,0	2,3	5,9
2	6	1000	0.00327	0,05	0,12	0,33	0,8	2,0	5,2
2	6	1500	0.00424	0,07	0,15	0,42	1,1	2,7	6,8
2	6	2000	0.00554	0,09	0,20	0,55	1,4	3,5	8,9
3	4	1000	0.00440	0,07	0,16	0,44	1,1	2,7	7,0
3	4	1500	0.00581	0,09	0,21	0,58	1,5	3,6	9,3
3	4	2000	0.00822	0,13	0,30	0,82	2,1	5,1	13,2
3	6	1000	0.00519	0,08	0,19	0,52	1,3	3,2	8,3
3	6	1500	0.00730	0,12	0,26	0,73	1,9	4,6	11,7
3	6	2000	0.01092	0,17	0,39	1,09	2,8	6,8	17,5
4	5	1000	0.00681	0,11	0,25	0,68	1,7	4,3	10,9
4	5	1500	0.01051	0,17	0,38	1,05	2,7	6,6	16,8
4	5	2000	0.02096	0,34	0,75	2,10	5,4	13,1	33,5
4	8	1000	0.00864	0,14	0,31	0,86	2,2	5,4	13,8
4	8	1500	0.01456	0,23	0,52	1,46	3,7	9,1	23,3
4	8	2000	0.03127	0,50	1,13	3,13	8,0	19,5	50,0
5	6	1000	0.01016	0,16	0,37	1,02	2,6	6,3	16,3
5	6	1500	0.02046	0,33	0,74	2,05	5,2	12,8	32,7
5	6	1750	0.03899	0,62	1,40	3,90	10,0	24,4	62,4
5	10	1000	0.01379	0,22	0,50	1,38	3,5	8,6	22,1
5	10	1500	0.03095	0,50	1,11	3,10	7,9	19,3	49,5
5	10	1750	0.06184	0,99	2,23	6,18	15,8	38,6	98,9
6	7	1000	0.01509	0,24	0,54	1,51	3,9	9,4	24,2
6	7	1500	0.05540	0,89	1,99	5,54	14,2	34,6	88,6
6	12	1000	0.02284	0,35	0,79	2,18	5,6	13,6	34,9
6	12	1500	0.09093	1,45	3,27	9,09	23,3	56,8	145,5

1.3.3.2 Hebergefaß

Das Überwinden großer Saughöhen kann selbst für größere Dosierpumpen schwierig werden, wenn das Medium zum Ausgasen neigt. Das gilt insbesondere dann, wenn die Pumpe das Medium nicht durch Zulauf aus einer unten am Behälter angeschlossenen Saugleitung erhält, sondern das Medium über die Behälterkante nach unten ziehen muß. Bei

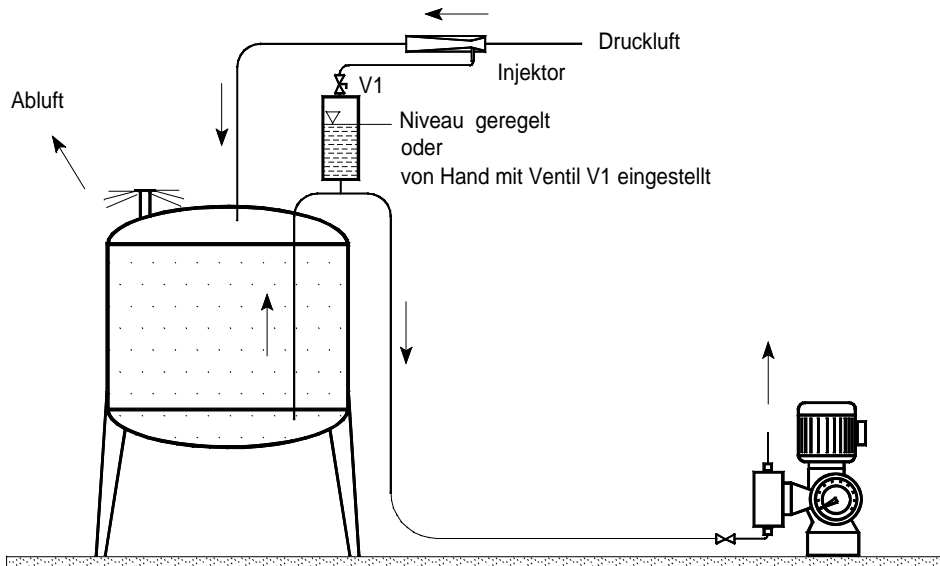
luftfrei gefüllter Leitung ist das System hydraulisch ausgeglichen. Die Pumpe erhält den Zulaufdruck entsprechend der Behälterfüllhöhe. Sobald sich der obere Teil der Saugleitung mit Gas füllt, ist die hydraulische Balance nicht mehr gewährleistet. Die Pumpe muß dann zunehmend entsprechend der Behälterhöhe saugen. Das kann bis zum Aussetzen der

Pumpe führen. Darum hat sich ein System bewährt, bei dem von Zeit zu Zeit manuell oder automatisch über eine Vakuumpumpe (Handpumpe oder Injektor) Flüssigkeit aus dem Vorratsbehälter in einen kontrollierbaren Zwi-

schenbehälter (Heber-Gefäß) hochgesaugt wird. Damit ist Gasansammlung nur noch außerhalb der Saugleitung möglich und die kommunizierende Wirkung der Saugleitung dadurch dauerhaft garantiert.

Schema einer Heber-Anlage

Hebesystem für Saugleitungen



1.3.4 Vermeidung veränderlichen Saugdrucks

Aus dem Kapitel über Membran-Dosierpumpen geht hervor, daß die Förderleistung druckabhängig ist, **auch** vom Zulaufdruck. Wenn wegen des Mediums auf die Leckagefreiheit einer Membranpumpe nicht verzichtet werden soll,

ist zu überlegen, wie die schwankenden Zulaufdrücke, z.B. aufgrund eines in der Füllhöhe stark veränderlichen Vorratsbehälters, verhindert werden können.

1.3.4.1 Zwischenbehälter zur Konstanzhaltung des Ansaugdrucks

Es bieten sich zwei Lösungen an:

1. Überlaufbehälter

Mit einer separaten Umfüllpumpe kann ein an höchster Stelle angebrachter Überlaufbehälter so befüllt werden, daß stets ein Rücklauf in den Vorratsbehälter stattfindet, auch bei höchster Entnahme der Dosier-

pumpe aus diesem Überlaufbehälter. Die Dosierpumpe erfährt jetzt nur den stets konstanten hydraulischen Zulaufdruck, welcher sich aus der geodätischen Höhe ergibt.

2. Zwischenbehälter

Es gibt aber auch die Möglichkeit, mit einem über Schwimmventil geregelten Zwischenbehälter zu arbeiten, der dann in Bodenhöhe oder

tiefere als der Vorratsbehälter angeordnet sein muß. Aus diesem Zwischenbehälter mit stets konstanter Höhe entnimmt dann die Dosierpumpe.

siehe Fließbilder ab 1.4.1

1.3.4.2 Saugdruckregler SDR 50

Konstanter Saugdruck und Auslaufsicherung

Dosierpumpen, die oberhalb des Tanks (z.B. Erdtanks) oder auch unterhalb des Tanks montiert sind, fördern mit Entleerung des Tanks immer weniger Medium, weil entweder die Saughöhe zunimmt oder der positive Zulaufdruck abnimmt.

Bei Dosierpumpen mit großen Membranen kann eine erhebliche Kraft auf den Hub-Einstellmechanismus einwirken, wenn besonders hohe Behälter und große Dichten (z.B. Schwefelsäure) gegeben sind.

Bei langen Saugleitungen kann aufgrund der Massenträgheit der in Bewegung befindlichen Flüssigkeit eine Überförderung auftreten, wenn die Membrane bzw. auch der Kolben am Hub-Begrenzungsanschlag plötzlich stoppt. Selbst wenn Druckhalteventile auf der Förderseite Überförderung ausschließen, bleibt eine den Verschleiß erhöhende Kraft am Hub-

Einstellmechanismus der Pumpe und in der saugseitigen Installation.

In Anlagen mit positivem Zulauf zur Pumpe besteht die Gefahr des Auslaufens aus dem Behälter für den Fall eines Membranrisses bzw. eines Leitungsbruchs.

Unter normalen Bedingungen dürfen Dosierpumpen nicht direkt aus druckstehenden Leitungen gespeist werden, weil ein Druck von z.B. 2 bar multipliziert mit der Membranwirkfläche unzulässige Kräfte im Pumpengetriebe ausüben könnte. Andererseits würde bei nicht vorhandenem oder falsch eingestelltem druckseitigem Druckhalteventil eine Überförderung auftreten.

Bei langen Saugleitungen kann infolge der oszillierenden Arbeitsweise von Dosierpumpen Kavitation zur Minderleistung oder Zerstörung von Armaturen führen.

Abhilfe für vorstehende Probleme bietet eine einzige Armatur: **Saugdruckregler SDR50**

Der Saugdruckregler ist ein federbelastetes Membranventil, welches nur mit der Wirkung des Pumpen-Saugdrucks geöffnet werden kann. Dadurch ist sichergestellt, daß kein Medium strömen kann, wenn die Pumpe nicht läuft oder infolge undichter Saugleitung kein Vakuum erzeugen kann.

Ungewollte Saugwirkung am Pumpenaustritt muß mit einem Druckhalteventil ausgeschlossen werden.

Mit einer einstellbaren Feder kann der für die jeweilige betriebliche Situation **maximal** notwendige Unterdruck bis 300mbar eingestellt werden. Für Pumpen mit positivem Zulaufdruck genügt die Einstellung eines sehr geringen Vakuums von ca. 50 mbar. Dieses Vakuum muß in jedem Fall von der Pumpe erzeugt werden, auch bei drucklosem Zulauf.

Bei Zulaufdruck von z.B. 1 bar, entsprechend 10 m Behälterhöhe mit Flüssigkeitsdichte 1.000 kg/m³, erhöht sich das Vakuum für die Pumpe nur um ca.100mbar.

Für die Entleerung von Erdtanks bzw. bei Installationen, in denen die Pumpe oberhalb des Behälters angebracht ist, wird das für die Dosierung notwendige Vakuum mit der Justierschraube auf das am höchsten vorkommende

Achtung!

Wenn die Dosierleitung von der Pumpe zum Prozeß unter Vakuum steht oder infolge geodätischer Verhältnisse zum Hebern (Siphonef-

Vakuum voreingestellt, welches dem fast leeren Behälter entspricht. Damit muß die Pumpe stets so stark saugen, als wäre der Behälter leer und wird kaum von der tatsächlichen Füllhöhe bzw. Saughöhe beeinflusst.

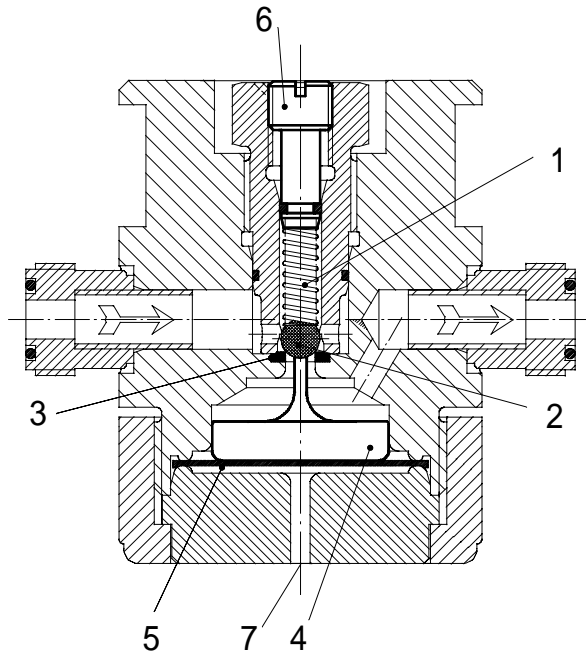
Die trägheitsbedingte Strömung in der Saugleitung wird im Saugdruckregler gestoppt, wenn die Pumpe keinen Saughub ausführt. Für diesen Fall ist der Saugdruckregler kurz vor dem Pumpeneintritt zu installieren, um Druckstöße fernzuhalten.

Wenn der Saugdruckregler als Behälterauslaufsicherung genutzt werden soll, ist er möglichst am Behälter oder in der Nähe in mechanisch geschützter Position zu installieren. Bruch der Saugleitung läßt den Saugdruckregler sofort durch Federkraft schließen, weil die Pumpe den Saugdruckregler infolge unterbrochener Leitung nicht mehr öffnen kann. Der Zulaufdruck auf den Schließkörper unterstützt die Schließfunktion.

Wenn der Saugdruckregler vor der Pumpe installiert ist, wird das Ansaugen der Pumpe erleichtert, weil das Flüssigkeitsvolumen unter der Reglermembrane während des Saugbeginns unmittelbar der Pumpe zufließen kann.

fekt) neigt, muß ein Druckhalteventil am Ende der Leitung installiert werden.

Querschnitt des Saugdruckreglers



Die von links anstehende Flüssigkeit findet zunächst ein geschlossenes Ventil vor (Kugel/Sitz 2+3), welches durch die Feder (1) geschlossen ist und durch den Flüssigkeitsdruck zusätzlich abgedichtet wird. Es kann daher nur Flüssigkeit strömen, wenn die Kugel (2) vom Stößel (4) nach oben gedrückt wird.

Das geschieht nur dann, wenn Flüssigkeit nach rechts abgezogen wird, weil dann die zwischen Membran (5) und Kugel (2) auftretende Volumenverringerng dazu führt, daß der Atmosphärendruck durch Ausgleichbohrung (7) die Membrane (5) mit Stößel (4) gegen die Kugel (2) drückt.

Positiver Zulauf

Wenn das Niveau des Zulaufbehälters stets oberhalb der Pumpe liegt (bis 20m Wassersäule oder 2bar), kann die Feder so schwach eingestellt werden, daß die Kugel gerade den Sitz berührt. Der Zulaufdruck dichtet über die Kugel zusätzlich ab. Auf der Abgangsseite herrscht daher praktisch Atmosphärendruck.

Die Pumpe muß daher nur ein Vakuum erzeugen, welches in der Lage ist, die Kugel vom Sitz zu heben. Aufgrund der im Verhältnis zum Sitzdurchmesser großen Membrandurchmessers genügt dazu ein sehr geringes Vakuum. Der statische Druck des Behälters wird daher im Pumpenkopf kaum wirksam.

Negativer Zulauf

Wenn das Niveau des Vorratsbehälters stets unterhalb der Pumpe liegt, würde der Saugdruckregler bei entspannter Feder stets geöffnet sein, weil der Atmosphärendruck über die Membranwirkfläche die Kugel im geöffneten Zustand hielte. Um auch hier die Saughöhe für die Pumpe konstant zu halten, kann die Feder so vorgespannt werden, daß sie der Pumpe

stets die höchste Saughöhe simuliert (bis max. 4m Wassersäule). Die Pumpe muß dann stets volles Vakuum ziehen, egal, ob der Behälter noch voll oder fast leer ist (natürlich muß die Pumpe überhaupt in der Lage sein, die größte Saughöhe zu überwinden, siehe dazu technische Daten der Pumpe).

Installation

Der Ort der Installation des Saugdruckreglers **SDR50** hängt von der Aufgabenstellung ab. Der Regler kann wegen des geringen Gewichtes frei in starren Leitungen oder mit Rohr-

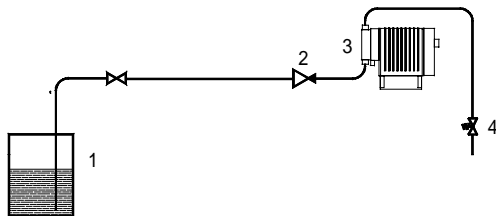
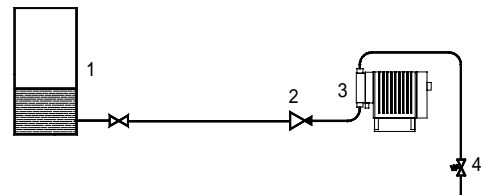
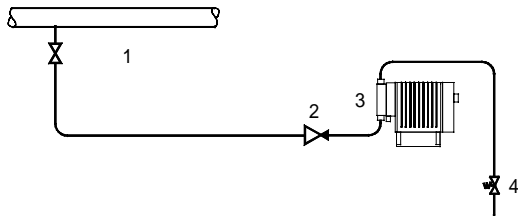
schelle an der Wand montiert werden. Die Arbeitslage ist beliebig, jedoch sollte Schmutz- und Wasserzutritt in die Druckausgleichsbohrung (7) vermieden werden.

Möglich Aufgabenstellungen:

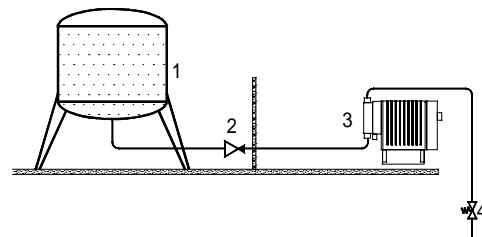
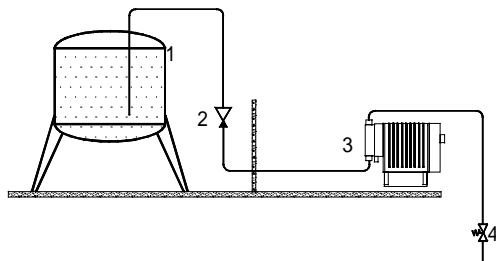
- Schutz der Dosierpumpe vor zu hohem Zulaufdruck durch hohe Behälter oder Speisung aus Druckleitungen
- Verhinderung des Durchhebern
- Verhinderung des Einflusses veränderlicher positiver und negativer Zulaufhöhen auf die Dosiergenauigkeit
- Schutz der Dosierpumpe vor Druckspitzen durch Beschleunigungen bei langen Saugleitungen
- Anwendung als Behälter-Auslaufsicherung bei Membranriß oder Bruch der Leitung.

Installationsschema für Fall a) bis d)

- Behälter oder Druckleitung für Dosiermittel
- Saugdruckregler **SDR50**
- Dosierpumpe
- Druckhalteventil, wenn Gefahr des Durchhebern besteht



Installationsschema für Fall e)



1.3.5 Dosierkopfentlüftungen

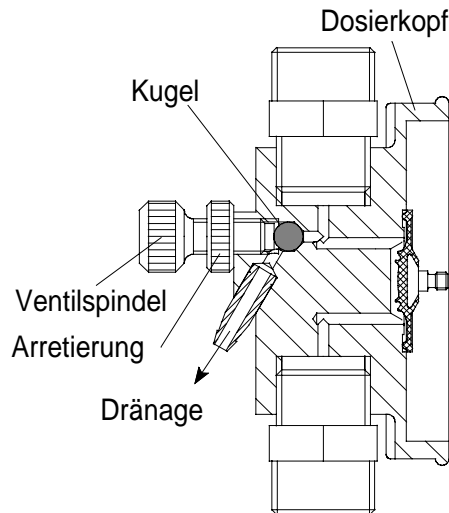
Wenn bei kleineren Dosierpumpen keine weiteren Vorkehrungen getroffen werden, kann bei Lufteintritt oder Ausgasungen die Dosierung aussetzen. Daher sollte von vornherein bei kritischen Medien eine Einrichtung zur manuellen oder automatischen Dosierkopfentlüftung vorgesehen werden. Vorteilhaft sind Entlüf-

tungssysteme, die als eigenständige Armatur auch nachträglich an beliebige Pumpen montierbar sind. Entlüftungsarmaturen sind Bypass-Ventile, mit denen es möglich ist, die Pumpe drucklos ansaugen oder entlüften zu lassen. Wenn das Medium zur ständigen Ausgasung neigt, ist eine kontinuierliche automati-

sche Entlüftung vorzuziehen. Die meisten automatischen Entlüftungssysteme, welche im Dosierkopf integriert sind und daher mit der Pumpe zusammen bestellt werden müssen, nutzen zur Steuerung des Entlüftungsventils den Unterschied der Viskosität zwischen Dosiermittel und Gas. Diese Konzepte haben aber den Nachteil, daß bei kleinen Dosierleistungen der Zustand eintritt, daß die gerade erreichte kleine Dosiermenge nur noch durch den Ent-

lüftungskanal abgelassen wird und daher kein Betriebsdruck mehr aufgebaut werden kann. Die Dosierung setzt dann weiterhin aus. Vorzuziehen ist daher eine Entlüftung mit Zwangssteuerung, bei der im fest einstellbaren Takt oder vom Programm gesteuert zu gewünschten Zeiten eine Entlüftung stattfindet und dazwischen die Entlüftung hermetisch abgesperrt ist, wodurch eine 100%ige Dosierung gewährleistet wird.

Integrierte Dosierkopfentlüftung



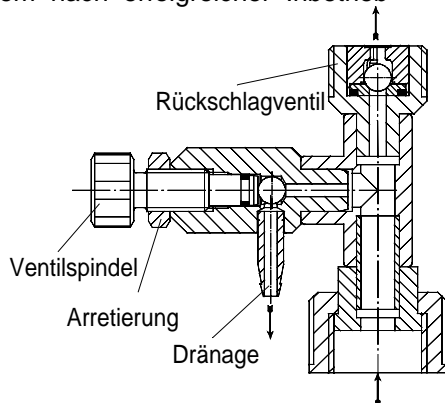
Bei der integrierten Dosierkopfentlüftung wird für den Start bzw. für die Entlüftung das Ventil etwa 1/2 Umdrehung links herum geöffnet, damit die Kugel den Sitz freigibt. Jetzt kann die

Pumpe drucklos gegen Atmosphäre das Gas herausdrücken, bis Flüssigkeit austritt. Dann wird das Ventil wieder fest verschlossen.

Nachrüstbare Dosierkopfentlüftung, manuell

Die Dosierkopfentlüftung wird direkt auf den Druckstutzen der Dosierpumpe befestigt und gestattet ebenfalls das einfache Starten und Entlüften der Pumpe. Bei dieser Ausführung kann auch eine Dauerentlüftung eingestellt werden, in dem nach erfolgreicher Inbetrieb-

nahme das Entlüftungsventil nur soweit geschlossen wird, daß wenige Tropfen pro Minute austreten. Um diese ständige Leckage wird die Dosierleistung verringert. Es tritt kein Medium von der Prozeßseite aus, weil ein Rückschlagventil den Rückfluß verhindert.

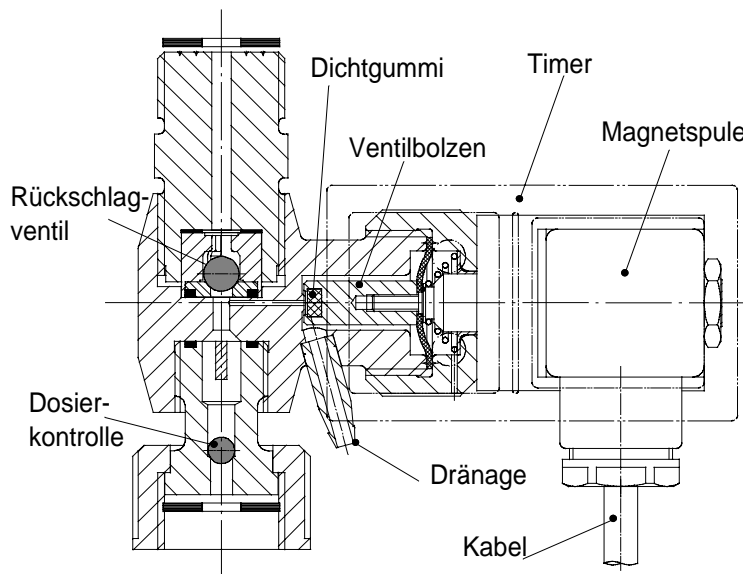


Elektrische Dosierkopfentlüftung GAS-EX

Bei der Entlüftungsarmatur GAS-EX wird ein Magnetventil, z.B. alle 30 Sek. für 2 Sek. geöffnet. Damit wird der Pumpe kontinuierlich in diesem Rhythmus die Gelegenheit gegeben, Gas abströmen zu lassen, wenn es vorhanden ist. Wenn nicht, tritt entsprechend Flüssigkeit aus. Je nach Pumpengröße und Heftigkeit der Ausgasung kann der Zeitabstand vergrößert oder verkleinert werden. Auch bei diesem System sorgt ein Rückschlagventil dafür, daß sich die unter Druck stehende Dosierleitung nicht während der Entlüftungsphase entspannt. Die totraumoptimierte Konstruktion stellt sicher, daß selbst bei kleinen Pumpen nach der Entlüftung sofort wieder der Betriebsdruck erreicht und verlustlos weitergefördert wird.

Wenn die Pumpe nur in großen Zeitabständen Dosierhübe ausführt und die automatische Entlüftung im festen Takt dazwischen öffnet, wird das System zwar drucklos und läßt

eventuell vorhandenes Gas expandieren. Falls kein Gas enthalten war, tritt praktisch trotz Öffnung des Ventils fast nichts aus, weil die Flüssigkeit nicht expandiert. Wenn der nächste Dosierhub auftritt, wird nahezu unverzüglich der Betriebsdruck wieder erreicht und weiter dosiert. Vorteilhaft bei dieser mit Hilfsenergie gesteuerten Entlüftung ist die Möglichkeit der Ansteuerung durch eine SPS-(PLC)Steuerung. Z.B. kann nach längeren Stillstandszeiten am Wochenende eine mehrminütige Entlüftungsphase geschaltet werden, innerhalb der die Pumpe nur im Kreislauf in den Chemical-Vorratsbehälter dosiert. Der eigentliche Dosierprozess kann dann ohne störende Entlüftungsphasen durchgeführt werden.

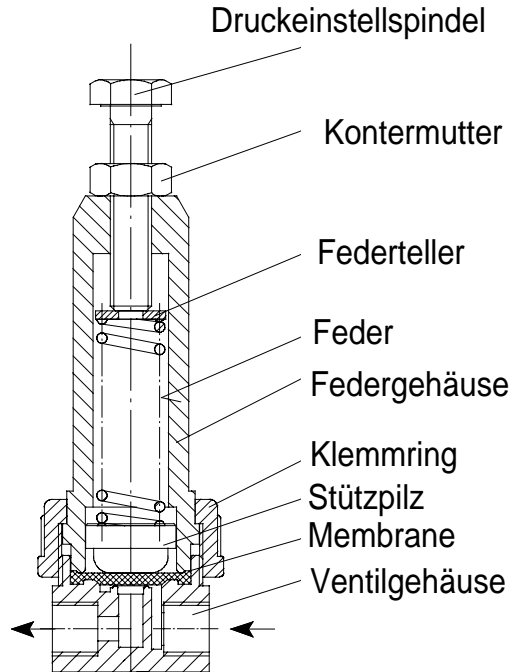


1.3.6 Überströmventile

Überströmventile sind federbelastete Membranventile, welche im Falle eines zu hohen Druckes Medium durch eine Stichleitung zum Vorratsbehälter zurückströmen lassen. Über-

strömventile haben die Funktion von Sicherheitsventilen zum Schutz von Dosierpumpe und Anlagen.

Schnittbild eines Druckhalte- und Überströmventils (gleiche Armatur für beide Funktionen)



1.3.7 Druckhalteventile

Druckhalteventile werden im wesentlichen aus vier Gründen eingesetzt:

a) Künstlicher Gegendruck

Wie vorerwähnt, ist die Dosierleistung der Membranpumpen abhängig vom Gegendruck. Wenn vorausgesehen ist, daß der Gegendruck stark schwanken wird (z.B. von 2 - 6 bar in einer Trinkwasserleitung), kann der Membranpumpe mit einem Druckhalteventil ein künstlicher Gegendruck simuliert werden, der immer höher ist als der höchste zu erwartende Systemdruck. In diesem angenommenen Fall sollte das Ventil auf etwa 7 bar eingestellt wer-

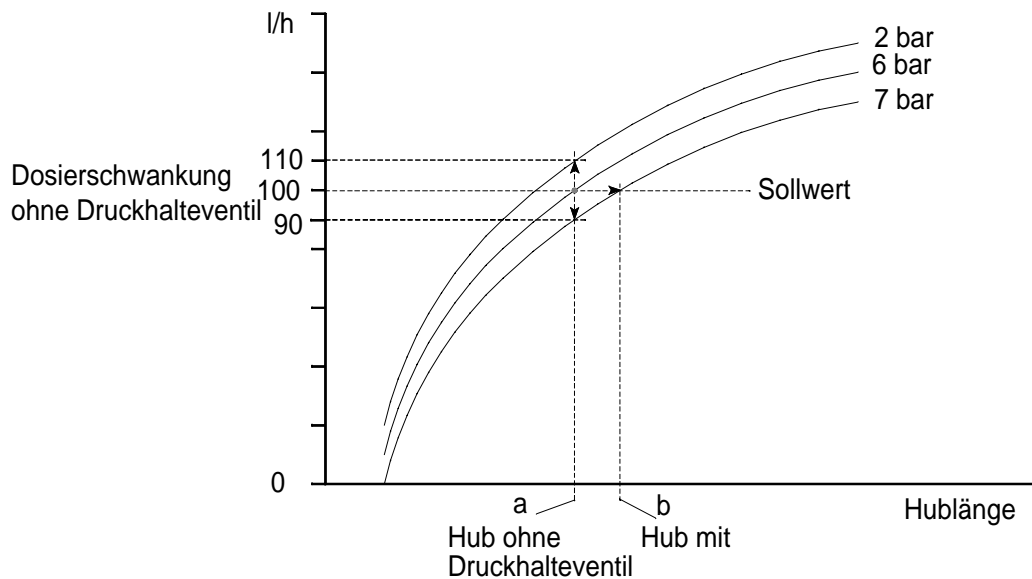
den. Die Druckhalteventile arbeiten als Überströmregler und lassen daher für die Pumpe keinen höheren Druck zu als die vorgenannten 7 bar. Auch bei Verringerung der Dosierleistung muß die Pumpe die 7 bar erreichen, um Medium durch das Druckhalteventil drücken zu können. In jedem Fall hat die Pumpe stets einen konstanten Gegendruck von 7 bar und spürt nicht die schwankenden Drücke zwischen 6 und 2 bar.

Das folgende Diagramm zeigt noch einmal die Verhältnisse:

Gewünschte Dosierleistung 100 l/h
Gegendruck schwankt zwischen 2 und 6 bar

ohne Druckhalteventil wird die Dosierleistung z.B. mit Hublänge "a" für 6 bar und 100 l/h wunschgemäß eingestellt. Wenn sich der Druck auf 2 bar verringert, würde die Dosierpumpe in diesem Fall 110 l/h dosieren und damit zuviel. Nach Einbau eines Druckhalteventils und Justage auf Öffnungsdruck 7 bar

muß zur Erreichung der gewünschten 100 l/h die Hublänge "b" eingestellt werden, weil sonst nur etwa 90 l/h dosiert würden. Mit dieser Konstellation fördert die Pumpe von jetzt an stets 100 l/h gegen 7 bar, ohne zu registrieren, daß der Druck in Wirklichkeit schwankt.



b) Vermeidung des Durchhebers (Anti-Siphon-Funktion)

Bei Dosierpumpen, die gegen Atmosphäre fördern, z.B. in offene Becken, kann ein oberhalb der Impfstelle liegendes Niveau im Vorratsbehälter zum unkontrollierten Durchströmen von Dosiermittel führen (Durchhebern). Mit einem Druckhalteventil am Ende der Do-

sierleitung, eingestellt auf einen Druck, der geringfügig höher ist, als es der hydrostatischen Höhe zwischen maximal gefülltem Behälter und dem Auslaufpunkt entspricht, kann das Problem einwandfrei beseitigt werden.

c) Dosierung in Vakuumleitungen

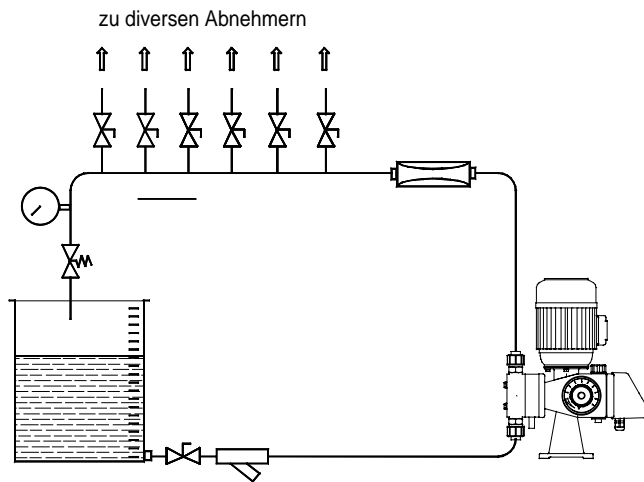
Für eine Dosierpumpe, die das Dosiermittel in eine Vakuumleitung oder auch z.B. in den Ansaugstutzen einer Kreiselpumpe fördern soll, besteht ebenfalls die Gefahr, daß aufgrund des Vakuums mehr Dosiermittel durch die Pumpe gesaugt wird, als diese fördern soll. Auch hier

hilft ein Druckhalteventil, welches vom Vakuum nicht geöffnet wird, sondern nur dann Dosiermittel strömen läßt, wenn die Dosierpumpe aufgrund ihres höheren Druckes das Ventil öffnet.

d) Druckkonstanz in Zirkulationsleitungen

In der Verfahrenstechnik werden häufig Ringleitungen verwendet, in denen Medium zirkuliert, welches verschiedenen Verbrauchern mit gleichem konstanten Druck zur Verfügung stehen soll. In diesem Fall wird das von einer Dosierpumpe in der Ringleitung transportierte Medium mit einem Druckhalteventil am Ende der Leitung auf einen gewünschten Druck eingestellt. Es muß nur sichergestellt werden, daß

die Dosierpumpe genügend Reserve hat, um bei max. Entnahme aller Verbraucher den Druck aufrecht zu halten. Bei geringer Entnahme wird das restliche Medium über das Druckhalteventil in den Vorratsbehälter zurückgefördert. Dieses Verfahren wird u.a. angewandt, wenn zur Vermeidung von Ablagerungen Suspensionen dauernd bewegt werden müssen.



e) Druckhalteventile sind keine Rückschlagventile

Das Prinzip des Druckhalteventile verbietet prinzipiell den Einsatz dieses Gerätes als Rückschlagventil unter Sicherheitsaspekten, weil der im Rückwärtsfluß zu stoppende Druck in Öffnungsrichtung auf die Membrane wirkt. Es ist nur eine Frage der Druckhöhe, bis das

Druckhalteventil in der entgegengesetzten Richtung öffnet. Nur mit Kenntnis des Verfahrens und der prinzipiellen Wirkungsweise des Druckhalteventils darf es zweckentfremdet als Rücklaufsperrung verwendet werden.

1.3.8 Multifunktionsarmatur PENTABLOC

PENTABLOC ist eine Armatur, die mehrere Funktionen der zuvor beschriebenen Armaturen montagefreundlich zusammenfaßt und einfach auf das Druckventil der Dosierpumpe

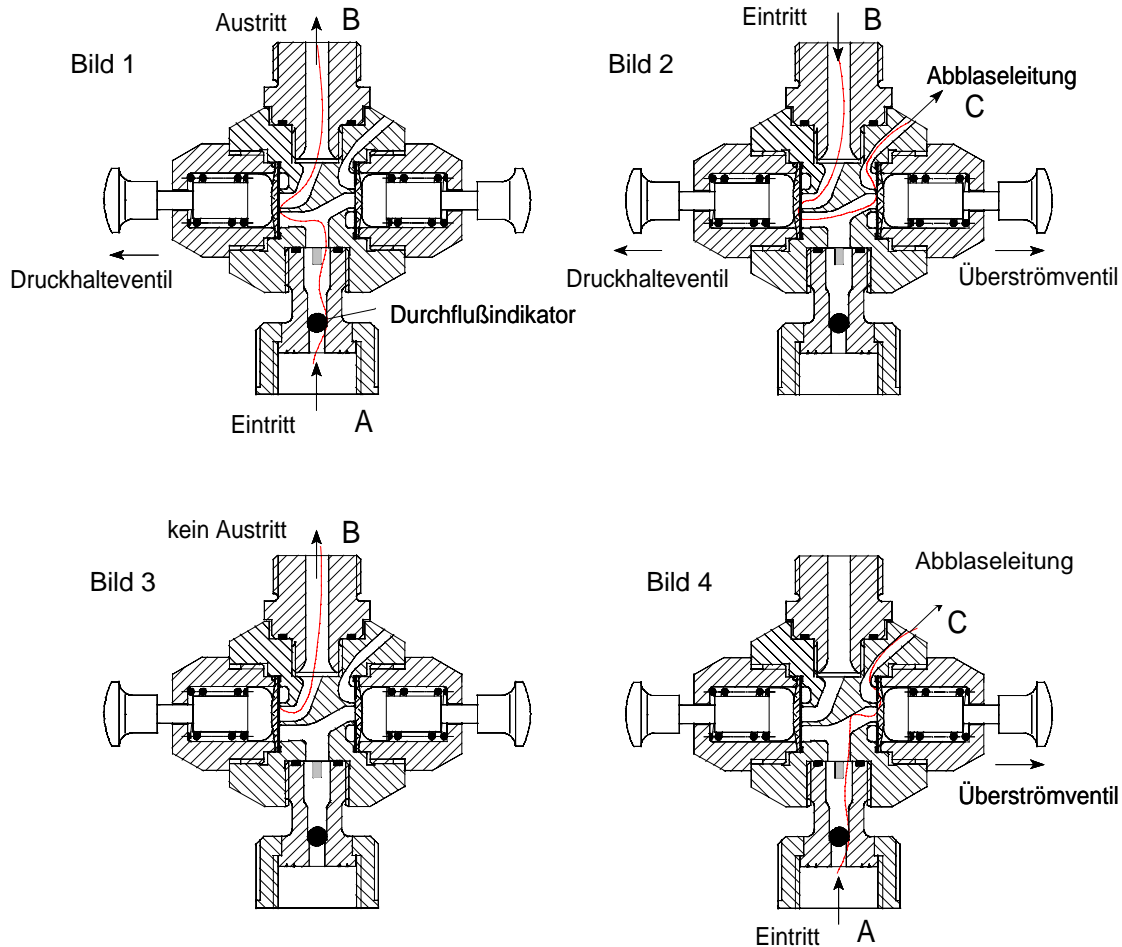
montiert werden kann. Mit einer springenden Kugel wird der einzelne Dosierhub angezeigt (Durchflußindikator). Die einzelnen Funktionen erklären sich folgendermaßen:

Bild 1: Richtung **A - B** : Druckhaltung ca. 3bar

Bild 2: Richtung **B - C** : Druckentlastung der Förderleitung für Servicezwecke

Bild 3: Richtung **B saugen**: Anti-Syphoneffekt = kein Durchhebern

Bild 4: Richtung **A - C** : Überströmung = Sicherheitsventil bei ca. 11bar



1.3.9 Impfstellen

Die Impfstelle ist im wesentlichen eine Armatur, mit der das Dosiermittel in ein unter Druck stehendes System eingeleitet wird. Ein Rückschlagventil mit federbelasteter Kugel oder Ventilschlauch sorgt dafür, daß im normalen Dosierbetrieb und bei verfahrensbedingten Stillstandszeiten kein Prozeßmedium rückwärts zur Dosierpumpe fließen kann.

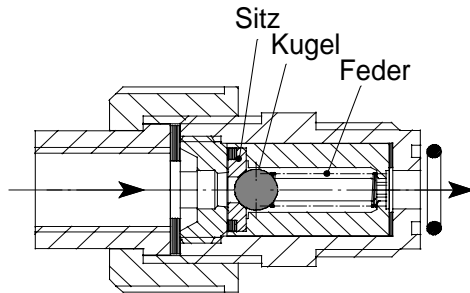
Impfstellen sollen möglichst mit einem Absperrventil ausgerüstet sein, damit vor längeren Stillstandszeiten eine sichere Absperrung durchgeführt werden kann. Das Verlassen auf Rückschlagventile über längere Zeit ist unzulässig.

Dosiermittel, die wegen ihrer hohen Viskosität schlecht zum Vermischen neigen oder aggressive Dosiermittel, die in Wandnähe der Prozeßleitung zur Korrosion führen können, sollten

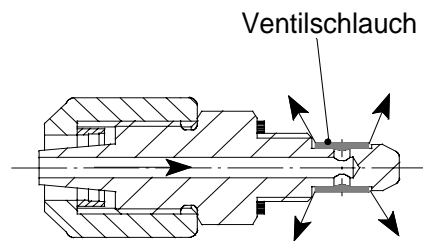
für eine gute Vermischung möglichst in die Rohrmittle injiziert werden. Darum sind die Impfstellen mit sogenannten Lösungseinführungen ausrüstbar. Diese sind vor der Montage so zu kürzen, daß sie das Dosiermedium etwa in die Mitte der Prozeßleitung injizieren.

Bei der Materialwahl der Impfstellen muß unbedingt bedacht werden, ob das Dosiermittel beim Eintrag in den Prozeß exotherme Reaktionen hervorruft bzw. seine Aggressivität steigert (Schwefelsäure in Wasser). Dabei können sich Konfliktsituationen zwischen thermischer und chemischer Beständigkeit ergeben. PVC wäre in vielen Fällen chemisch beständig, würde sich aber bei exothermen Reaktionen aufweichen. In solchen Fällen kann die Lösung in der Verwendung von PTFE (Teflon) oder PVDF gesehen werden.

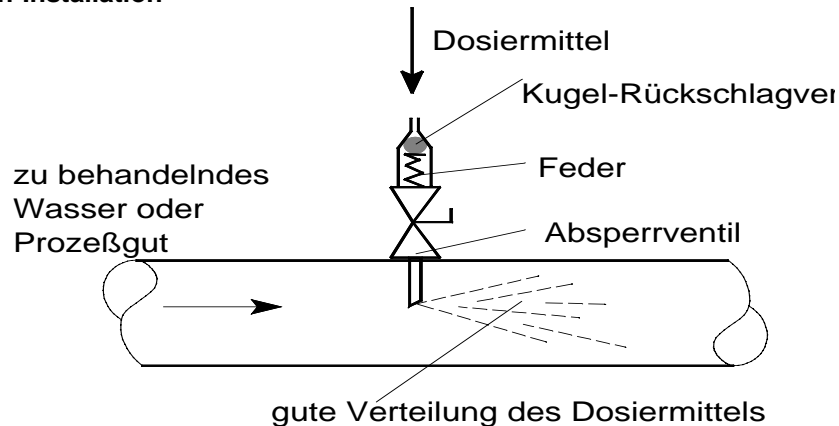
Kugel-Rückschlagventil



Schlauch-Rückschlagventil



Impfstellen-Installation



1.3.10 Pulsationsdämpfer

Die typische Beschleunigung und Verzögerung der von Dosierpumpen geförderten Medien kann bei Nichtbeachtung dieser Eigenart zu erheblichen Störungen führen. Auf der Saugseite kann durch zu hohe Beschleunigung Kavitation und damit Abreißen des Saugstromes die Folge sein. Auf der Förderseite können bei langen Leitungen sehr hohe Kräfte auftreten, die zur Beschädigung der Dosierpumpe führen können. Außerdem können schädliche Schwingungen im Rohrleitungssystem auftreten,

die ebenfalls zu Zerstörungen führen können. Unangenehme Geräuschentwicklung kann auftreten.

Durchflußmesser fordern für einwandfreies Funktionieren relativ gleichmäßige Strömung. Schwebekörper-Durchflußmesser können ohne weitere Vorkehrungen gar nicht auf der Druckseite von Dosierpumpen eingesetzt werden, weil der Schwebekörper sich heftig auf und ab bewegen würde.

Mit Pulsationsdämpfern können erfolgreich beide Probleme verringert werden:

- Vermeidung von zu hohen Druckspitzen
- Vergleichmäßigung des Förderstroms

Das Prinzip der Pulsationsdämpfer beruht darauf, daß dem mit inkompressibler Flüssigkeit gefüllten Dosiersystem eine definierte Menge Gas zur Verfügung gestellt wird, die sich nahe der Dosierpumpe energieumsetzend komprimieren oder expandieren läßt. Das Gas hat die Funktion einer Gas-Feder. Es gibt zwei Arten von Pulsationsdämpfern: solche, bei denen das Gas (Luft) in direktem Kontakt mit dem Medium steht und solchen, bei denen das

Gaspolster durch eine flexible Elastomerwand vom Medium getrennt ist (Blase, Rollmembran, Schlauch usw.). Letztere Ausführung ist zu bevorzugen, weil die dämpfende Luft nicht durch Adsorption im Medium verloren geht. Je nach Installation und Aufgabenstellung sind Pulsationsdämpfer sowohl auf der Saugseite als auch auf der Druckseite, auch auf beiden Seiten gleichzeitig, anwendbar und nötig.

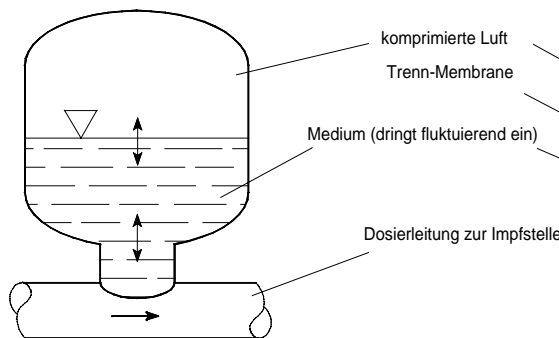
1.3.10.1 Pulsationsdämpfer auf der Druckseite

Die von Dosierpumpen bewirkten Druckstöße nehmen mit wachsender Dosierleitungslänge und kleinerem Durchmesser zu und können zu unerlaubten Druckspitzen führen. Abgesehen von der ohnehin nicht gewünschten ungleichmäßigen Dosierung sind Druckstöße sowohl für die Pumpe als auch für die Rohrleitungen nachteilig. Die Geschwindigkeit in der Rohrleitung sollte auf der Druckseite 1,5 m/sek nicht überschreiten, wenn das Medium wasserähnlich ist. Da bei der einfachen oszillierenden Pumpe die Spitzenleistung etwa 3 x größer ist als die Nennleistung, muß die Bemessung der Dosierleitung daher vom dreifachen der Nennleistung ausgehen, wenn kein Pulsationsdämpfer vorgesehen ist. Auch bei vernünftiger Auslegung der Dosierleitungsdurchmesser ist bei Längen über 10 m zu prüfen, ob ein Pulsationsdämpfer nötig sein könnte. Selbst bei Verwendung eines Pulsationsdämpfers gilt die dreifache Menge immer noch zwischen Dosierkopf und Pulsationsdämpfer. Erst hinter dem Pulsationsdämpfer ist die Leitungsbe-

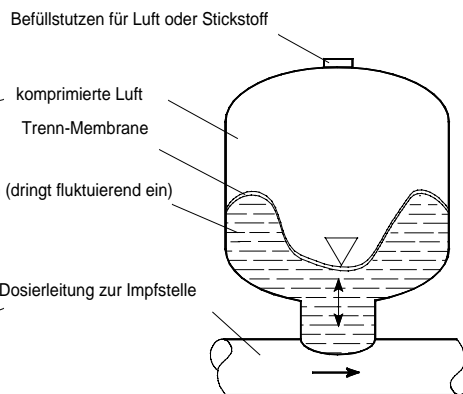
messung mit dem einfachen Nominalwert der Dosierpumpe zu berechnen. Bei Viskositäten über 300mPas ist nur noch mit max. 1 m/sek, bezogen auf die gleichmäßige Strömung zu rechnen. Vorstehende Werte sind als Empfehlung zu sehen, um grobe Fehler zu vermeiden. Für Leitungslängen ab 20 Meter oder bei Viskositäten über 1.000 mPa*s müssen die Druckverhältnisse für Saug- und Druckleitung wie auch für das einwandfreie Dosierverhalten der Dosierpumpe sorgfältig unter Verwendung der üblichen Rechenmethoden überprüft werden. (siehe auch Punkte ab 1.3.1.1)

Pulsationsdämpfer nehmen beim Druckhub einen Teil des Dosierolumens auf, um es während des Saughubes wieder abzugeben. Damit wird etwa die Lücke zwischen den zwei Dosierhuben aufgefüllt. Das nachstehende Diagramm zur Auslegung der Größe des Pulsationsdämpfers bezieht sich auf eine gewünschte Restschwankung um den mittleren Förderstrom.

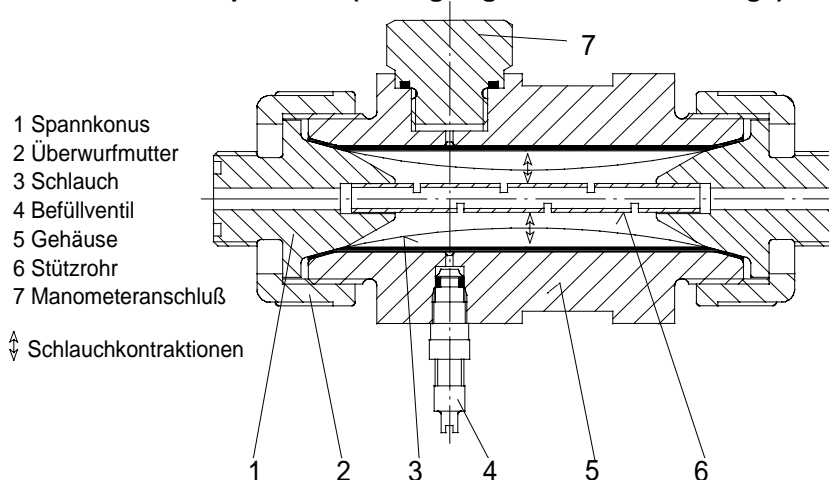
Pulsationsdämpfer **ohne**
Trennung von Medium und Gas



Pulsationsdämpfer **mit**
Trennung von Medium und Gas



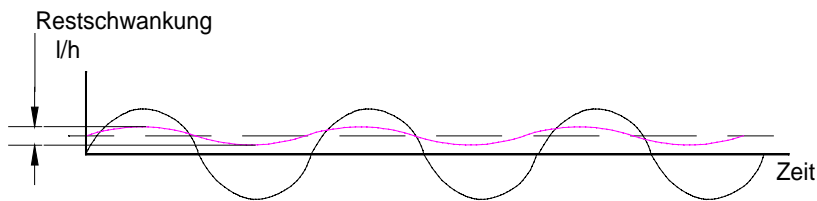
Schlauch-Pulsationsdämpfer PDS (auch geeignet für Inline-Montage)



Für die einwandfreie Funktion des Pulsationsdämpfers muß darauf geachtet werden, daß er mit etwa 60 - 70 % des später zu erwartenden Betriebsdruckes mit Druckluft oder Stickstoff vorgespannt wird. **WICHTIG!** Damit das Gas den Pulsationsdämpfer optimal füllen kann, darf beim Füllvorgang mit dem Gas auf der dem Medium zugewandten Seite der Membrane kein Druck herrschen. Es ist daher **vor** der Inbetriebnahme oder auch später bei Nachfüll-

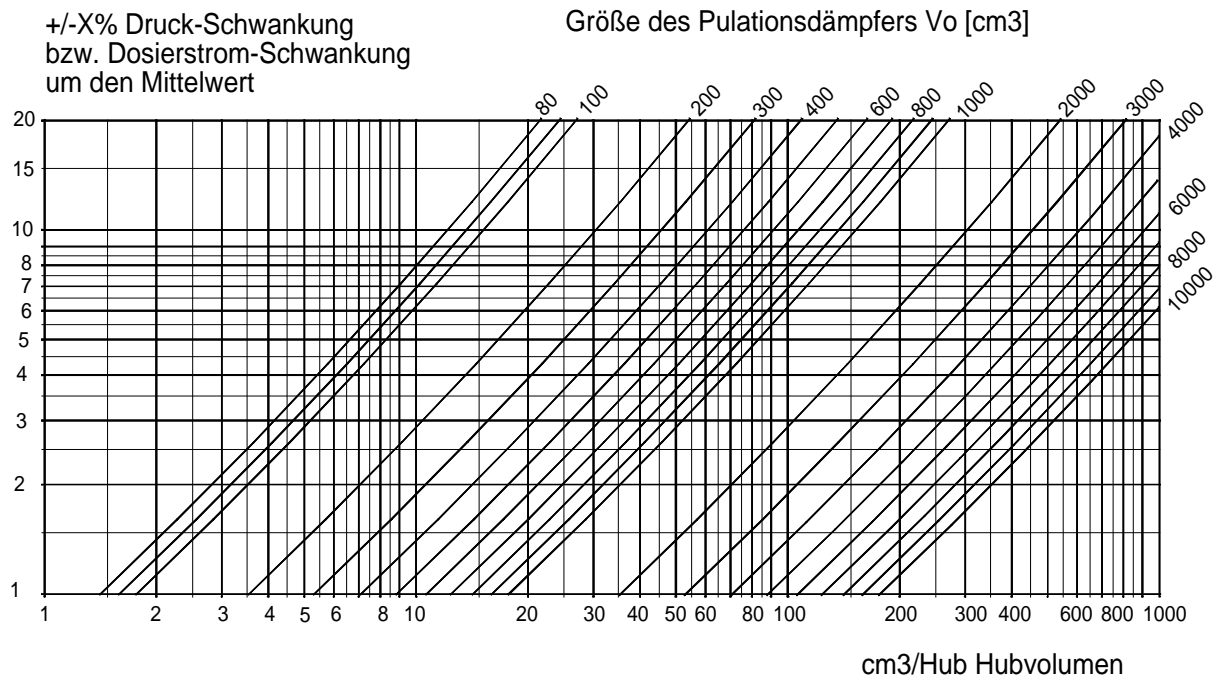
lungen dafür zu sorgen, daß während der Gasbefüllung kein Systemdruck auf der Mediumseite herrscht. Daher ist bei der Planung ein Druckentlastungsventil vorzusehen. Wenn das nicht beachtet wird, bekommt man zwar wieder den richtigen Gasdruck, jedoch kein oder nur unzureichendes Gasvolumen. Dieses ist aber nötig, damit der Pulsationsdämpfer einen Teil des Dosierhubes aufnehmen kann. Siehe dazu Fließbilder 1.5.3.1.3

Darstellung des Dämpfungseffektes



Nachfolgendes Diagramm gilt für Einfach-Dosierpumpen mit Pulsationsdämpfer, deren gesamtes Nennvolumen V_0 mit Luft oder Stickstoff auf 60...70 % des späteren Betriebsdruck-

kes vorgespannt wird, **bevor** die Pulsationsdämpfer mit dem Druck des Dosiermediums beaufschlagt werden.



Achtung bei Regelkreisen:

Aus dem Wirkungsprinzip der Pulsationsdämpfer ergibt sich, daß ein Teil des beim Dosierhub geförderten Mediums im Pulsationsdämpfer gespeichert wird und während des Saughubes wieder ausströmt. Es kann dadurch der Fall eintreten, daß nach einem durch den Regler bewirkten Stopp der Dosierung dennoch etwas Medium weiterströmt und die Regelgröße nachteilig beeinflusst. Bei Anforderung durch den Regler fließt das Medium verzögert, weil ein Teil zunächst im Pulsationsdämpfer gespeichert wird. Sensible pH-Regelungen können dadurch eine Verschlechterung im Regelverhalten erfahren. Für Dosierpumpen, welche als Stellglieder in Regelkreisen eingesetzt werden, sollte diese Tatsache berücksichtigt werden.

1.3.10.2 Pulsationsdämpfer auf der Saugseite

Wenn sich anlagenbedingt eine lange Saugleitung nicht vermeiden läßt oder die Saughöhen relativ groß sind, kann es zu Ansaugproblemen oder zur Minderleistung der Pumpe kommen. Im Grenzfall tritt Kavitation auf, d.h. die Flüssigkeitssäule reißt ab und Dampfblasenbildung im Dosierkopf ist die Folge. Dieser Zustand muß unter allen Umständen vermieden werden.

Das Ansaugen ist in Wirklichkeit kein Saugen, sondern ein Vorgang, bei dem das Verdrängerelement Platz schafft in der Hoffnung, daß der Atmosphärendruck in der Lage ist, die Flüssigkeitssäule schnell genug hinter dem Verdrängerelement, Kolben oder Membrane, nachzuschieben. Da der Atmosphärendruck

aber nur etwa 1 bar absolut beträgt, hat er mit zunehmender Saugleitungslänge immer weniger Chancen die Flüssigkeitssäule schnell genug zu beschleunigen, um in der kurzen Zeit des Saughubs den Dosierkopf zu füllen. Mit einem Pulsationsdämpfer in unmittelbarer Nähe des Saugventils kann das Problem einwandfrei gelöst werden. Der Dosierkopf speist sich dann aus dem Flüssigkeitsvorrat des Pulsationsdämpfers, welcher aufgrund der Expansionswilligkeit des Gases schnell und ausreichend Flüssigkeit abgibt. Während der Druckhub erfolgt, ist der unter Vakuum stehende Gasdruck in der Lage, sich gleichmäßig neue Flüssigkeit aus dem Vorratsbehälter nachzuziehen.

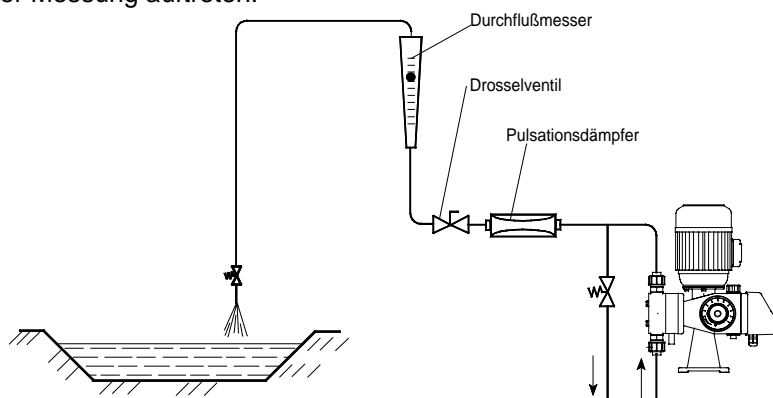
1.3.10.3 Pulsationsdämpfer für Durchflußmesser

Zur Glättung des Dosierstroms ist bei kurzen Leitungen oder druckloser Förderung der Einsatz eines Drosselventils erforderlich, welches **hinter** dem Pulsationsdämpfer installiert wird. Das gilt besonders, wenn der Durchfluß gemessen werden soll und die Durchflußmeßgeräte stark pulsierende Strömung nicht verarbeiten können (siehe nachfolgendes Schema).

Das Drosselventil muß so eingestellt werden, daß bei maximaler Dosierleistung eine gleichmäßige Strömung erzielt wird. Bei Reduzierung der Pumpenleistung kann wieder leichtes Schwanken der Messung auftreten.

Je glatter die Strömung sein soll, um so größer sollte der Pulsationsdämpfer ausgelegt werden. Nach dem vorstehenden Diagramm sollte eine Restwelligkeit zwischen zwei und fünf Prozent angestrebt werden.

Zur Durchflußmessung bei Hochdruckpumpen kann der Durchflußmesser auf der Saugseite installiert werden, um den Druck vom Meßgerät fernzuhalten. Auch hier muß dann wieder mit Pulsationsdämpfer und Drossel gearbeitet werden.



1.3.11 Durchflußkontrolle

Auf dem Markt sind viele Durchflußmeß- und Überwachungsgeräte erhältlich, welche die unterschiedlichsten Prinzipien nutzen:

- 1 Blenden
- 2 Stauscheiben
- 3 Flügelradzähler
- 4 Ovalradzähler
- 5 Zahnradzähler

Vorgenannte Systeme und einige andere sind nur unzureichend verwendbar bei pulsierender Strömung. Außerdem sind sie meist nur ab 50 l/h aufwärts verwendbar bzw. zu akzeptablem Preis in Relation zu den übrigen Dosiergeräten erhältlich. Daher wurde speziell für Dosierpumpen mit ihrem pulsartigen Austritt das System FLOWCON entwickelt, welches zwar nicht direkt messen, jedoch das Volumen des einzelnen Dosierhubes überwachen kann. Ausfall oder reduzierte Menge je Dosierhub werden dann ausgewertet.

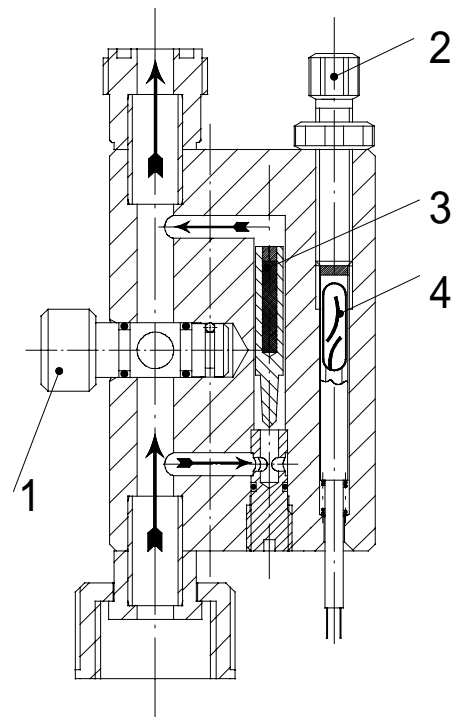
Mit dem Durchflußsensor **FLOWCON** ist es möglich, Dosierpumpen zwischen 0,1 l/h bis 50 l/h auf etwa 10 % Genauigkeit zu überwachen. Der Sensor ist so gestaltet, daß mit einem

FLOWCON

- 1 By-Pass-Ventil
- 2 Schaltpunkteinstellung
- 3 Schwebekörper mit Magnet
- 4 Reed-Kontakt

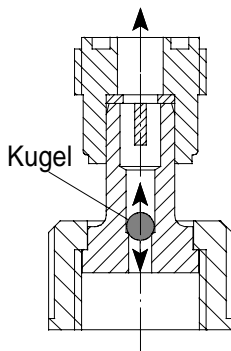
- 6 Schwebekörper-Durchflußmesser
- 7 induktive Durchflußmesser
- 8 Thermische Effekte
- 9 Auswertung von Strömungswirbel

By-pass-Drosselventil die Pumpengröße angepaßt wird und mit einer Feineinstell-schraube der Sollwert justiert wird. Mit jedem Dosierhub muß ein Schwebekörper so hoch springen, daß er den an der Sollwert-Einstellschraube befindlichen Schaltkontakt erreicht. Eine Elektronik vergleicht den Befehl zur Auslösung des Dosierhubes mit dem Schaltkontakt des Durchflußsensors. Solange jedem Auslösekontakt eine einwandfreie Dosierung folgt, läuft die Dosierung ungestört weiter. Der Elektronik kann vorgegeben werden, wieviel Impulse versagen dürfen. Wenn diese Zahl erreicht wurde, gibt die Elektronik Alarm und die Pumpe kann abgeschaltet werden.



Dosiermitteleintritt

Eine einfache visuelle Durchflußkontrolle

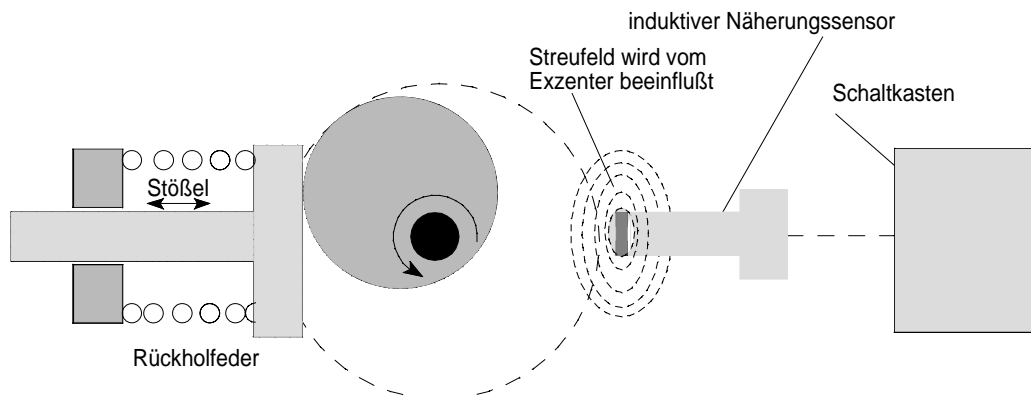


Die Durchflußkontrolle wird auf das Druckventil der Dosierpumpe montiert und zeigt durch Springen der Kugel den erfolgten Dosierhub an.

1.3.12 Hubzählwerk

Mit Hubzählwerken ist es möglich, die von den Dosierpumpen ausgeführten Hübe zu zählen. Damit kann für Chargenprozesse eine vorgeählte Anzahl Hübe abgearbeitet oder das Verhältnis der Anzahl von Hüben verschiedener Pumpen aufeinander abgestimmt werden. Hubzählwerke nutzen z.B. einen induktiven Näherungssensor, um den Pumpenstößel oder den Exzenter abzutasten oder Reed-Kontakte, die einen mit dem Triebwerk bewegten Magneten abtasten.

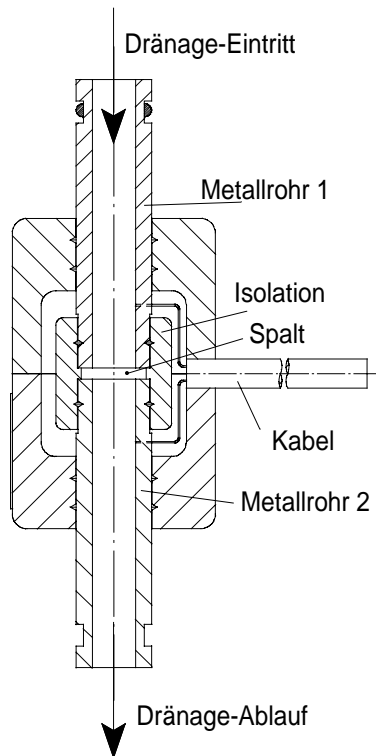
Bei Magnetpumpen ist es möglich, das Streufeld des Antriebsmagneten auszunutzen. Dazu kann, auch nachträglich, ein Hubsensor mit Reed-Kontakt außen an der Pumpe befestigt werden. In diesem Fall kann der Kontakt auch zur Ansteuerung einer zusätzlichen Pumpe verwendet werden. Zum Beispiel würde der Wasserzähler-Kontakt eine Magnetpumpe ansteuern und diese mittels Hubsensor die zweite Pumpe aktivieren.



1.3.13 Leckage-Sonde für Membran-Dosierpumpen

Membran-Dosierpumpen sind leckagefrei. Wenn die Membrane verschleißbedingt oder nach Überlastung zerstört wird, kann Dosiermittel in größerer Menge austreten. Um rechtzeitig eingreifen zu können, wird mit einer Leckagesonde, welche die Leitfähigkeit des

auslaufenden Mediums ausnutzt, sofort Alarm gegeben und die Pumpe abgeschaltet. Bei nichtleitenden Medien kann eine Überwachung z.B. mit Schwimmerschaltern im Auffangbehälter geschehen.



1.4 Auswahl von Dosierpumpe und Armaturen

Nachfolgend sollen Hinweise dafür gegeben werden, was bei der Auswahl einer Dosierpumpe berücksichtigt werden muß. Außer Druck und Fördermenge sind die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Dosier-

medium zu beachten. Im Rahmen dieser Abhandlung soll nur Bezug genommen werden auf reine Membranpumpen, auf Kolbenpumpen und auf die hydraulisch gekoppelten Kolben-/Membran-Pumpen.

Folgende wesentliche Fakten sind entscheidend für die Auswahl der Pumpe:

Art und Eigenschaften des Mediums

1. Konzentration
2. Dichte
3. Temperatur
4. Viskosität
5. Erstarrungstemperatur
6. Aggressivität
7. Abrasivität
8. Neigung zur Auskristallisation
9. Neigung zur Ausgasung
10. Toxizität (zulässiger MAK-Wert)
11. Geruchsbelästigung
12. Dampfdruck
13. Explosionsgefahr (Ex-Klasse beachten)

Anlagentechnische Eigenheiten und Forderungen

1. Ist Anschluß der Saugleitung seitlich bzw. unterhalb des Behälters zulässig? (Umweltschutz!)
2. Lage der Dosierpumpe **über** dem Ansaugniveau bei **leerem** Behälter. (Saughöhe!)
3. Lage der Dosierpumpe **unter** dem Ansaugniveau bei **vollem** Behälter. (Zulauf!)
4. Maximale Dosiermenge (Reserve, aber nicht zu groß!)
5. Geringster Druck im Anlagensystem am Impfpunkt (evtl. Vakuum; Durchhebern!)
6. Höchster Druck im Anlagensystem am Impfpunkt (Druckverluste durch Leitung und Armaturen berücksichtigen!)
7. Dosierung im freien Auslauf (Atmosphäre)
8. Impfstelle oberhalb der Dosierpumpe (geodätische Höhe beim Druck beachten!)
9. Impfstelle unterhalb der Dosierpumpe (Heberwirkung!)

10. Länge der Saugleitung (Reibung, Kavitation, Minderleistung!)
11. Länge der Druckleitung (Reibung, Beschleunigungsdruck beim Gegendruck berücksichtigen)
12. Zulässige Fördermengenschwankung (z.B. wegen Durchflußmessern)
13. Soll Pumpe in Ex-Zone montiert werden? (Motore usw.!)
14. Aufstellung in einer Halle oder im Freien (Schutzdach!)

Neben den vorgenannten Eigenarten der Anlage muß auch Berücksichtigung finden, in welcher Weise die Pumpe betrieben werden soll:

1. Dosierleistung nur an der Pumpe manuell einstellbar
2. Dosierleistung elektrisch oder pneumatisch von Hand fernverstellbar
3. Fernsteuerung von einer Führungsgröße
(proportionale Nachführung zu einer Prozeßgröße oder Wasserdurchfluß)
4. Die Pumpe wird als Stellglied in einem Regelkreis verwendet
5. Die Pumpe soll die Möglichkeit bieten, zwei Prozeßgrößen zu berücksichtigen
(Störgrößenaufschaltung durch gleichzeitige Beeinflussung von Drehzahl und Hublänge)

Für die vielfältigen Anwendungen in der Verfahrenstechnik wurde eine große Zahl optimal angepaßter Dosierpumpen entwickelt. Das folgende Diagramm soll ein Wegweiser zur richtigen und wirtschaftlichen Dosierpumpe sein und Planungsfehler verhindern. Mit dem Diagramm werden unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Dosierchemikals Vorentscheidungen getroffen, welche bei der endgültigen Bestimmung der Pumpe zu beachten sind (z.B., daß federbelastete Ventile verwendet oder verschleißfeste Packungen eingesetzt werden).

Planungshilfen

Vor der endgültigen Bestimmung der Dosierpumpe sind folgende Fragen zu beantworten:

1. Chemikal

Welches Chemikal soll dosiert werden und welche Eigenschaften hat es?
Ist Leckage im Hinblick auf Giftigkeit, Geruch oder Aggressivität zulässig? Wenn nicht, sollte

der leckagefreien Membrandosierpumpe der Vorzug gegeben werden, soweit es Druck, Linearität usw. zulassen.

a) Viskosität

Je höher die Viskosität, um so langsamer sollte die Hubfrequenz sein bzw. um so größer sollten die Leitungsdurchmesser ausgelegt wer-

den. Ab 300mPa*s empfiehlt sich der Einsatz federbelasteter Saug- und Druckventile.

b) Abrasivität

Suspensionen (z.B. Kieselgur) oder zur Auskristallisation neigendes Chemikal (Phosphatlösung) können bei Kolbenpumpen zur vorzeitigen Leckage an der Packung führen. Darum sind dann, wenn wegen der Druckhöhe keine Membranpumpen verwendet werden können,

bevorzugt Kolbenpumpen mit Aramid-Kevlar-Packungen zu verwenden, wenn nicht starke Säuren und Laugen des Einsatz verbieten. Dann sollten Kolben-/Membran-Pumpen eingesetzt werden.

c) Aggressivität

Die Materialien der mit dem Chemikal in Berührung kommenden Teile sollten zuerst nach bewährter Praxis und marktgängigen Bestän-

digkeitslisten vorbestimmt und dann mit den für die ausgewählte Pumpe lieferbaren Materialien festgelegt werden.

2. Dosierleistung

Die Dosierpumpe ist so auszulegen, daß sie die maximal verlangte Menge bei 80 - 90 % Einstellung leistet. Dadurch ist noch Reserve vorhanden und die Genauigkeit der Pumpe wird optimal genutzt.

Membran-Dosierpumpen sind unter 20 % Hublänge gegen maximalen Druck nur unbefriedigend einsetzbar. Bei niedrigen Drücken kann die Pumpe auch in diesem Bereich noch genutzt werden.

3. Gegendruck

Bedeutend ist der Gegendruck unmittelbar an der Pumpe. Wenn die Leitung von der Pumpe zur Impfstelle lang ist (z.B. über 10 Meter), können Druckpulsationen eine beträchtliche Höhe erreichen, die sich dem Druck an der Impfstelle überlagern. Mit wachsender Länge addieren sich auch die Reibungsverluste zu dem Betriebsdruck an der Impfstelle. Nichtbe-

achtung dieser Verhältnisse kann zu Schäden am hydraulischen System oder zu verminderter Dosierleistung führen. Abhilfe ist mit Pulsationsdämpfern zu schaffen.

Schwankende Gegendrücke können die Genauigkeit bei Membranpumpen beeinflussen. Mit Druckhalteventilen kann ein konstanter Gegendruck erreicht werden.

4. Saugdruck

Der Saugdruck der laufenden Pumpe darf den für die Pumpe zulässigen Saugdruck nicht überschreiten. Bei Membran-Dosierpumpen muß der Saugdruck möglichst konstant gehalten werden, weil schwankender Saugdruck die Dosierleistung ebenfalls beeinflusst.

Extrem ungünstig wäre z.B. ein um 4 Meter Höhe schwankendes Niveau, wenn zudem die Dichte 1.900 kg/m³ beträgt. Die Saugdruckschwankungen von in diesem Fall maximal 0,76 bar hätten Dosierfehler von weit über 10 % zur Folge. Wenn die Dosierpumpe als Stellglied in einem Regelkreis betrieben wird, wäre dieser Einfluß von sekundärer Bedeutung, weil ein Regler die Pumpe so lange verstellen würde, bis die gewünschte Menge dosiert wird.

Bei einfacher proportionaler Dosierung kann dieser Fehler allerdings nachteilige Auswirkungen haben. Bei Kolben- und Kolben-Membran-Dosierpumpen hat schwankende Saughöhe nur geringen Einfluß. Wenn aufgrund hoher Vorratsbehälter mit extremen Niveauschwankungen zu rechnen ist, kann für die Dosierpumpe ein niveaugeregelter Zwischenbehälter mit Schwimmerventil verwendet werden oder ein Saugdruckregler SDR.

Saugleitungen sind möglichst kurz zu halten oder bei größeren Längen (über 8 Meter) eventuell mit einem Pulsationsdämpfer kurz vor dem Saugventil an der Pumpe auszurüsten. Bei eng dimensionierten Saugleitungen kann ein Pulsationsdämpfer auch ab 3 Meter Länge erforderlich werden.

5. Druckabhängigkeit

Membran-Dosierpumpen sind wegen der elastischen Dosiermembrane auch vom Gegendruck abhängig. Mit einem Druckhalteventil kann der Pumpe ein konstanter Gegendruck

vorgegeben werden. Dazu wird ein Druckhalteventil auf einen um ca. 1 bar höheren Druck eingestellt, als er sich aus Systemdruck und Leitungsverlusten ergibt.

6. Leitungs-Nennweite

Bei der Leitungsauslegung ist für eine Installation **ohne** Pulsationsdämpfer der dreifache Wert der Dosier-Nennleistung zu berücksichtigen,

um für eine Strömungsgeschwindigkeit von 1 m/s auf der Druckseite und 0,5 m/s auf der Saugseite die Nennweite zu berechnen.

7. Dosierpumpen-Steuerung

Es ist zu prüfen, ob die Dosierpumpe auf einem manuell eingestellten Festwert arbeiten oder von einem Signal fernverstellt werden soll. Dabei ist entscheidend, ob das Ansteuersignal

die Pumpendrehzahl (Hubfrequenz) oder die Hublänge (Membran- bzw. Kolbenweg) verändern soll.

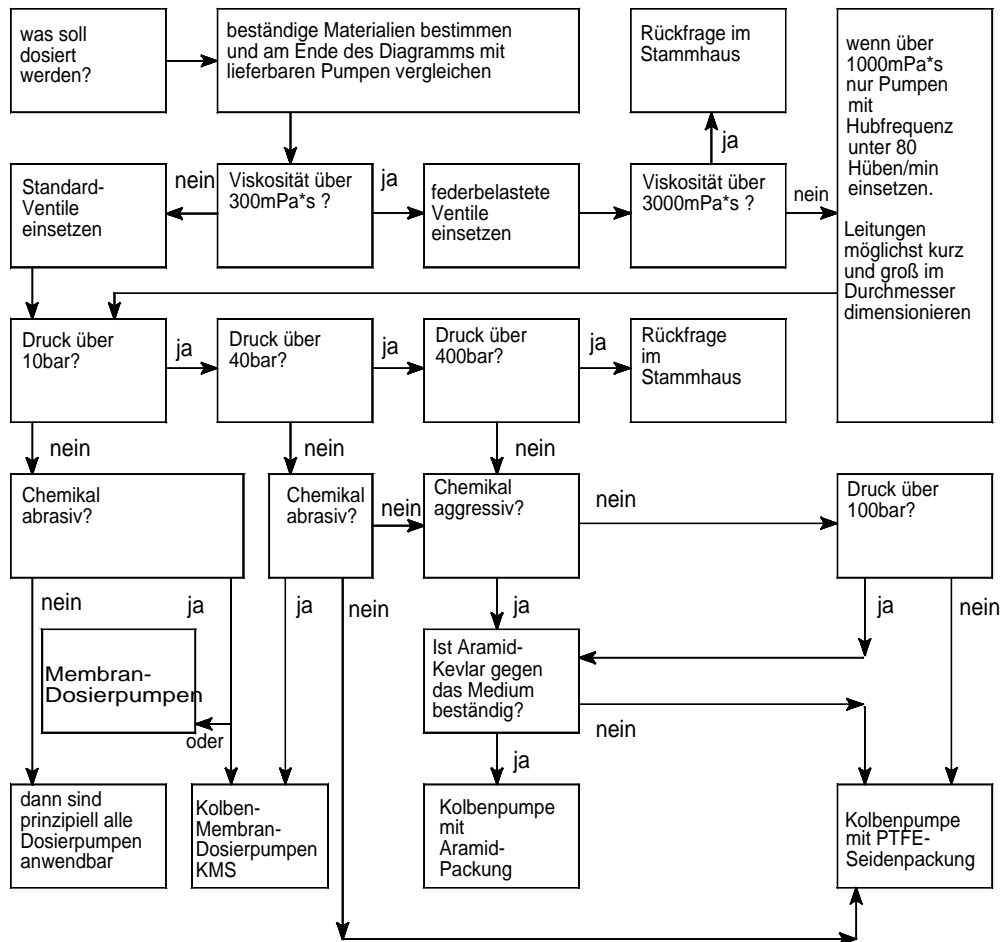
Wenn die **Hub-Frequenz verändert** wird, folgt die Dosierleistung für alle Arten der Dosierpumpen **linear**.

Wenn die **Hublänge verändert** werden soll, folgt die Dosierleistung bei
Kolben-Dosierpumpen **linear**
Kolben-/Membran-Dosierpumpen **linear**
Membran-Dosierpumpen **unlinear**
entsprechend der Leistungskurven in der zugehörigen Druckschrift.

Bei geschlossenen Regelkreisen (pH-Regelung) ist die Unlinearität einer Membran

pumpe nahezu unbedeutend und würde vom Regler ausgeglichen.

Diagramm zur Auswahl von Dosierpumpen

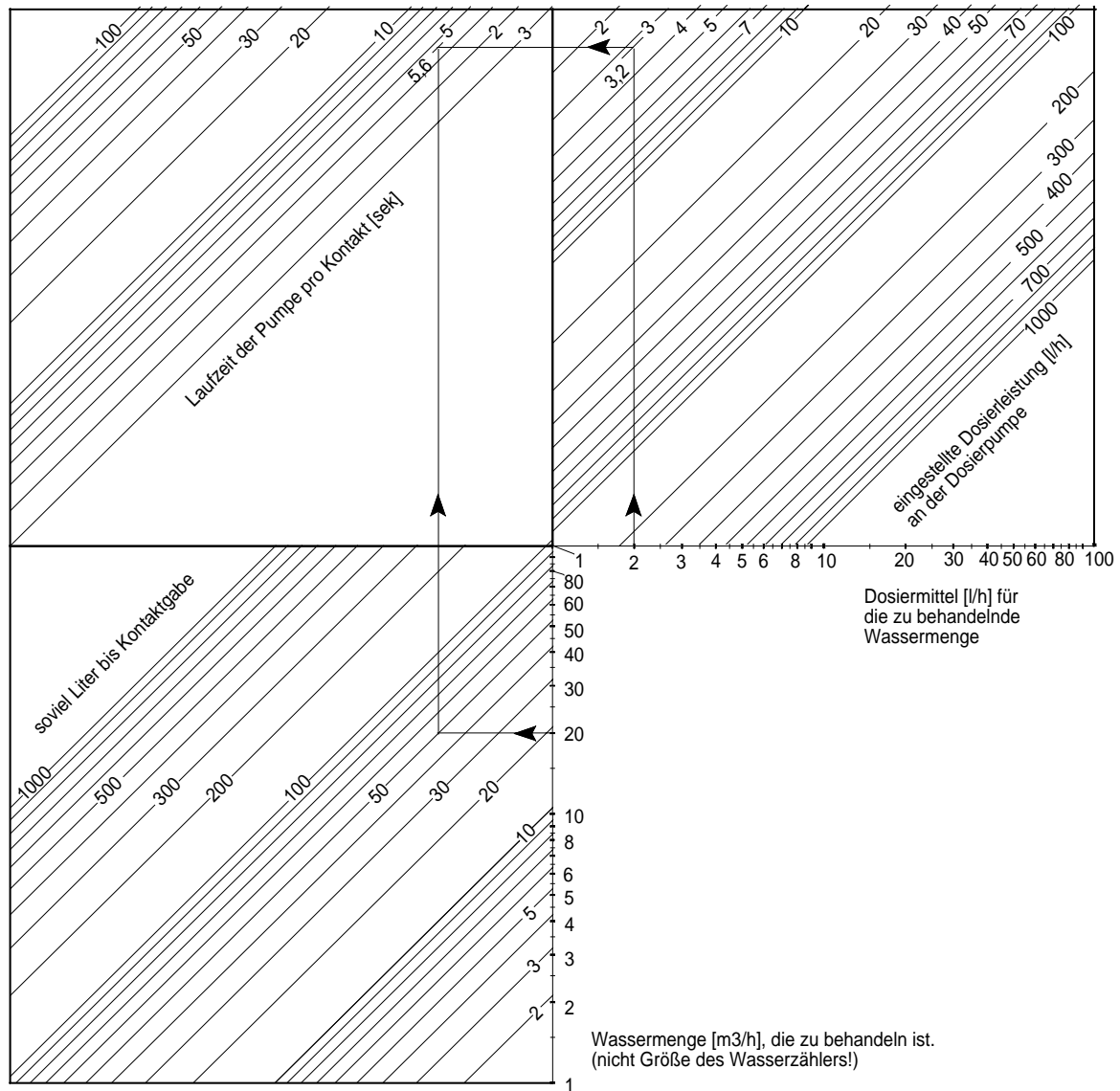


8. Dosierung in Abhängigkeit von Wasserzähler-Kontakten

Eine ideale Möglichkeit, Chemikalien proportional zum Wasserdurchfluß zu dosieren, ist die Ansteuerung von Magnet-Dosierpumpen mit Kontakt-Wasserzählern. Da der einmal eingestellte Hub und damit die je Hub dosierte Menge konstant bleiben, ist die Unlinearität der Membrane nicht mehr wirksam. Die Dosierleistung hängt nur noch von der Hubfrequenz ab.

Wenn die gewünschte Dosierleistung von den lieferbaren **Magnet-Dosierpumpen** nicht mehr erbracht werden kann, ist unter den übrigen Motorpumpen zu wählen, welche mit Verwendung eines Zeitrelais im Ein-Aus-Betrieb, abhängig von der Wasserzähler-Kontaktgabe, gefahren werden. Je Kontaktgabe folgt eine feste, einstellbare Laufzeit.

Nomogramm zur Bestimmung der Pumpengröße und Laufzeit je Impuls



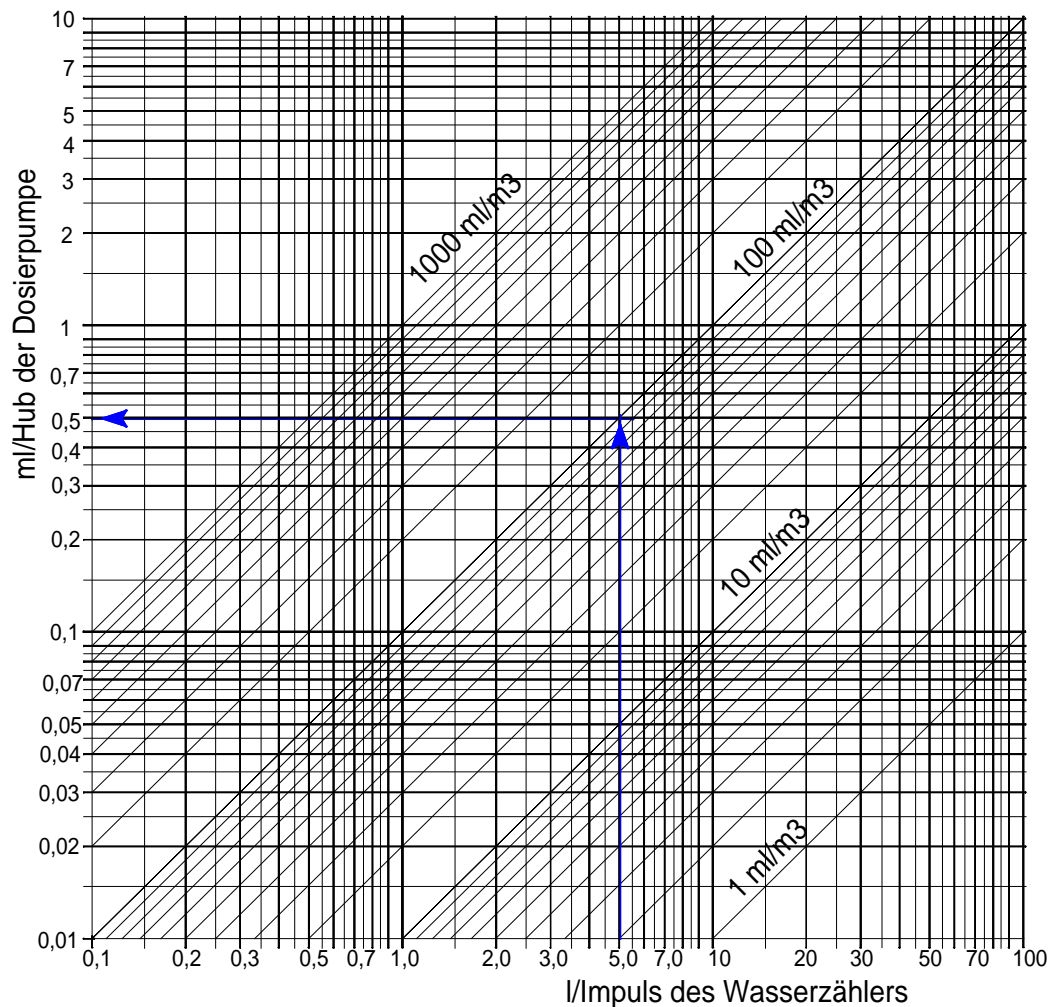
Beispiel:

20m³/h Wasser sind mit je 0,1 Liter Chemikal zu behandeln, d.h., 2 l/h sind zu dosieren.

Frage: Wie groß muß die Pumpe wenigstens ausgelegt werden und wie lange muß sie je Kontakt des Wasserzählers laufen, wenn dieser alle 50 Liter einen Kontakt gibt?

Lösung: Im vorstehenden Nomogramm findet man z.B. eine Pumpe, die bei 3,2 l/h Dosierleistung 5,6 Sekunden je Kontakt laufen muß.

Nomogramm zur Abstimmung von Dosiermenge pro Kubikmeter, Wasserzähler-Impulsfolge und Magnetpumpe



1.5 Installationen

Die Auswahl der Dosierpumpe bei der Planung und erst recht die Installation und der Betrieb sollen unter Berücksichtigung der örtlich geltenden Vorschriften bezüglich der elektrischen Installationen und der Handhabung der Chemikalien erfolgen.

Es wird empfohlen, alle zur Erhöhung der Genauigkeit und Funktionstüchtigkeit erforderlichen Zusatzarmaturen einzuplanen und zu installieren. Dazu gehören u.a. Überströmventile in der Funktion als Sicherheitsventil, Druckhalteventile zur Verhinderung des ungewollten Durchhebens und zur Erhöhung der Dosiergenauigkeit, Leckageüberwachungen für gerissene Membranen und Leermeldeeinrichtungen im Vorratsbehälter zur Vermeidung von Lufteintritt in den Dosierkopf.

Vor Arbeiten an der elektrischen Verdrahtung der Pumpe ist die Spannung abzuschalten und die Spannungsfreiheit zu überprüfen.

Die Spannungsversorgung ist gegen unbeabsichtigte Wiedereinschaltung zu sichern.

Die Dosierpumpen dürfen **nicht** in explosionsgefährdeten Räumen installiert werden, wenn sie nicht durch ein Typenschild mit entsprechender Betriebszulassung dazu gekennzeichnet sind.

Beim Hantieren an Saug- und Druckleitungen der Pumpe, beim Lösen der Anschlüsse bzw. Entlüftungsschrauben (z.B. bei der Inbetriebnahme der Pumpe) sind Schutzbrille und Schutzhandschuhe zu tragen, wenn die Dosiermedien für die Gesundheit schädlich sind. Bei giftigen oder für die Atemwege ätzenden Ausgasungen ist eine für das Verfahren vorgeschriebene oder empfohlene Atemschutzmaske zu tragen.

Betriebsanleitungen von Dosierpumpe und zugehörigen Armaturen sind in erreichbarer Nähe aufzubewahren.

Für Installationsarbeiten von Kunststoff-Anschlußteilen sind stets geeignete Werkzeuge zu verwenden. Bei der Handhabung ist nur angemessene Kraft aufzuwenden, um Zerstörungen zu vermeiden.

Kunststoffteile, insbesondere PVC-Teile, lassen sich besser verschrauben und später wieder lösen, wenn das Gewinde zuvor mit Vaseline oder Silikonfett eingerieben wurde.

ACHTUNG! Verträglichkeit mit dem Dosiermittel prüfen! Im Bereich von Farbbehandlungsanlagen (z.B. Spritzkabinen) darf Silikon **nicht** verwendet werden.

Die Pumpe niemals unter elektrische Spannung setzen, wenn keine Dosier-Leitungen angeschlossen sind, weil eventuell im Kopf befindliches Chemikal nach oben herausspritzt. Wenn Anschlüsse am Dosierkopf zwecks Entlüftung oder aus anderen Gründen während des Betriebs gelöst wurden, unbedingt übergelaufenes Chemikal, insbesondere wenn es ätzend, aggressiv oder giftig ist, abwischen und ggf. mit klarem Wasser abspülen.

Dosierpumpen sind nach höchsten Qualitätsmaßstäben hergestellte Industriegeräte mit langer Lebensdauer. Dennoch sind einige Teile prinziptsbedingt Verschleißteile (Membranen, Dosierventile, Ventilsitze). Für einen einwandfreien Langzeitbetrieb ist daher eine visuelle Kontrolle von Zeit zu Zeit notwendig. Insbesondere bei Membranpumpen muß zur Früherkennung eines Membranbruchs auf Leckage

am Einspannflansch (Drainagerohr) geachtet werden, um größeren Chemikalienaustritt zu verhindern. Leckage durch Membranriß kann mit einer speziellen Armatur (Leck-Check) automatisch überwacht werden.

Es liegt in der Verantwortung des Planers und Betreibers, die gesamte Anlage und die darin integrierte Dosierpumpe so zu konzipieren, daß bei der zwangsläufigen Leckage von Kolbenpumpen bzw. Chemikalienaustritt nach Membranriß sowie bei platzenden Schläuchen keine Anlagenteile und Gebäude nachhaltig zerstört werden können.

Unnötige Folgeschäden sind nicht den Dosiergeräten anzulasten. Bei großem Gefahrenpotential der Anlagen muß die Installation so ausgelegt werden, daß selbst bei Versagen der Pumpe kein Folgeschaden auftreten kann, der unverhältnismäßig hoch zum Wert der Pumpe ist. Leckageüberwachungen und Auffangwannen sind daher empfohlen.

Schäden von Über- und Unterdosierungen infolge von falscher Dimensionierung, Fehleinstellungen an der Pumpe oder fehlender bzw. mangelhafter Installation von peripheren Armaturen sind nicht vom Hersteller der Dosiergeräte zu verantworten.

Die nachstehenden Anlagen-Fließbilder sollen eine Planungshilfe für häufig vorkommende Fälle in der Dosiertechnik bieten.

1.5.1 Installation der Dosierpumpe *oberhalb* des Dosiermittelbehälters.

1.5.1.1 Standard-Installation

Zur Inbetriebnahme von noch trockenen Pumpen, besonders bei kleinen Dosierpumpen, sollte der Hub auf 100 % gestellt werden, damit die Flüssigkeit nach kurzer Zeit in den Dosierkopf eintritt. Mit einem Vorlagebehälter kann das Ansaugen erleichtert werden.

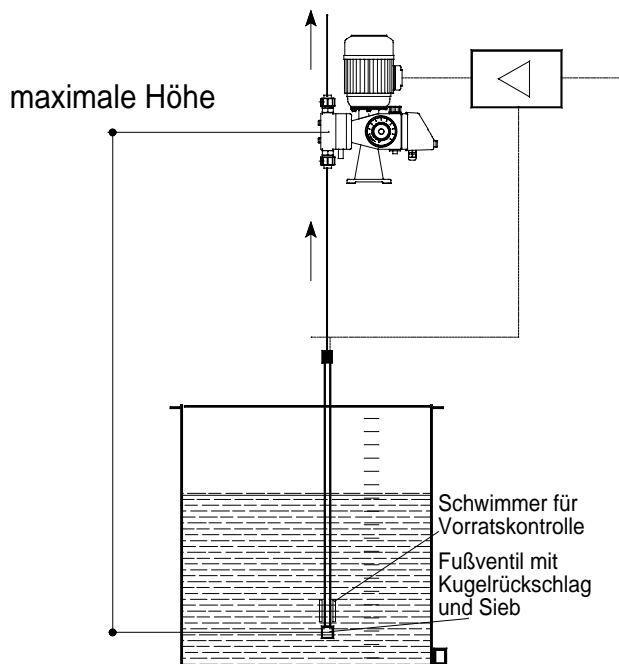
Den geodätischen Höhenunterschied zwischen Saugventil der Dosierpumpe und (tiefstem) Niveau im Dosiermittelbehälter möglichst gering halten. Die üblicherweise für Wasser angegebenen maximalen Saughöhen ändern sich im Verhältnis der Dichten von Medium/Wasser.

$$H_{Chem} = H_{Wasser} / \zeta_{Chem} \quad [\text{mögliche Saughöhe}]$$

$$H_{Wasser} = \text{maximale Saughöhe für Wasser}$$

$$\zeta_{Chem} = \text{Dichte des Dosiermittels [kg/dm}^3\text{]}$$

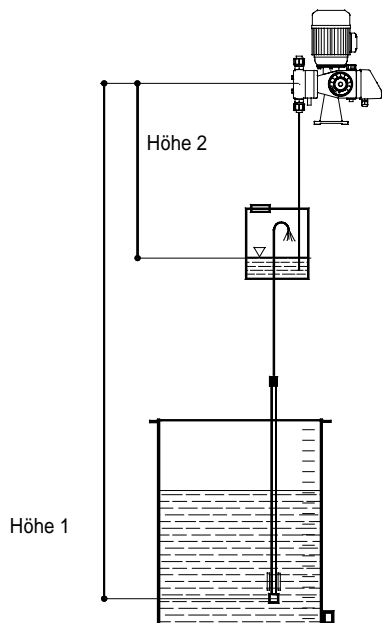
Der Trockenlaufschutz gilt sinngemäß für alle folgenden Beispiele.



1.5.1.2 Saugleitung mit Ansaughilfe

Der Vorlagebehälter wird mit Medium oder wenn zulässig, mit Wasser gefüllt und **dicht** verschlossen. Die Pumpe saugt, ohne anfangs hohes Vakuum ziehen zu müssen, Medium in den Dosierkopf, welcher danach sofort optimal

arbeitet. Das Absenken des Niveaus im Vorlagebehälter erzeugt im oberen Raum ein Vakuum, welches Flüssigkeit aus dem Vorratsbehälter hochsteigen läßt.



Bis zur Füllung des Dosierkopfes muß die Pumpe praktisch nur die kleinere Saughöhe H_2 überwinden.

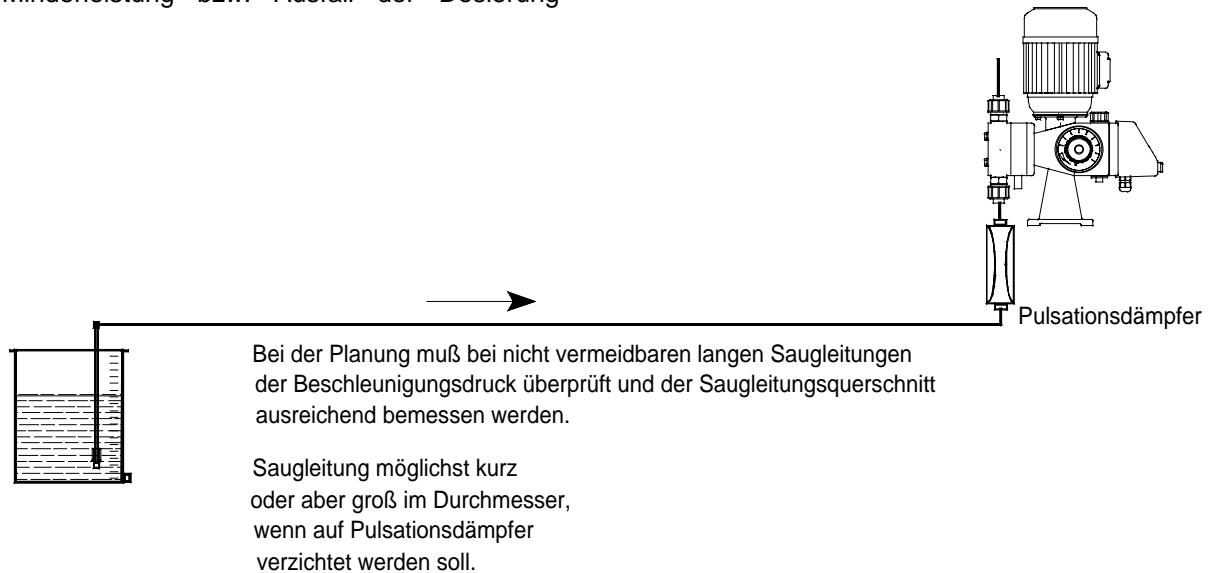
Die Ansaughilfe bietet gleichzeitig drei weitere Vorteile:

1. Luft- und Gasblasen werden vor Eintritt in den Dosierkopf für lange Zeit aufgefangen.
2. Die Luftkammer im Vorlagebehälter wirkt wie ein Pulsationsdämpfer und stellt einen gleichmäßigen Zustrom vom Fußventil zum Vorlagebehälter sicher.
3. Die transparente Ausführung des Gefäßes erlaubt die visuelle Kontrolle, ob Flüssigkeit angesaugt wird.

1.5.1.3 Saugleitung mit Pulsationsdämpfer

Wenn die Dosierpumpe zwar im geodätisch zulässigen Bereich oberhalb des Niveaus, aber seitlich z.B. mehr als 5 m entfernt liegt, kann aufgrund der Beschleunigungsdrücke ein Unterschreiten des Dampfdruckes der Flüssigkeit auftreten (Kavitation) und unter anderem zur Minderleistung bzw. Ausfall der Dosierung

führen. Hier hilft ein Pulsationsdämpfer, welcher kurz vor dem Saugventil installiert ist. Bei der Planung muß bei nicht vermeidbaren langen Saugleitungen der Beschleunigungsdruck überprüft und der Saugleitungsquerschnitt ausreichend bemessen werden.



1.5.2 Installation der Dosierpumpe *neben* dem bzw. *unterhalb* des Dosiermittelbehälters.

1.5.2.1 Behälteranschluß *unten* am Behälter.

1.5.2.1.1 Standardinstallation

Wenn sich die Niveauhöhe mehr als einen 1 m verändert, muß unter Berücksichtigung der Dichte geprüft werden, ob der variierende Zuilaufdruck schädlichen Einfluß auf die Genauigkeit der Membran-Dosierpumpe hat. Wenn das der Fall ist, kann eventuell auf Kolbenpumpen

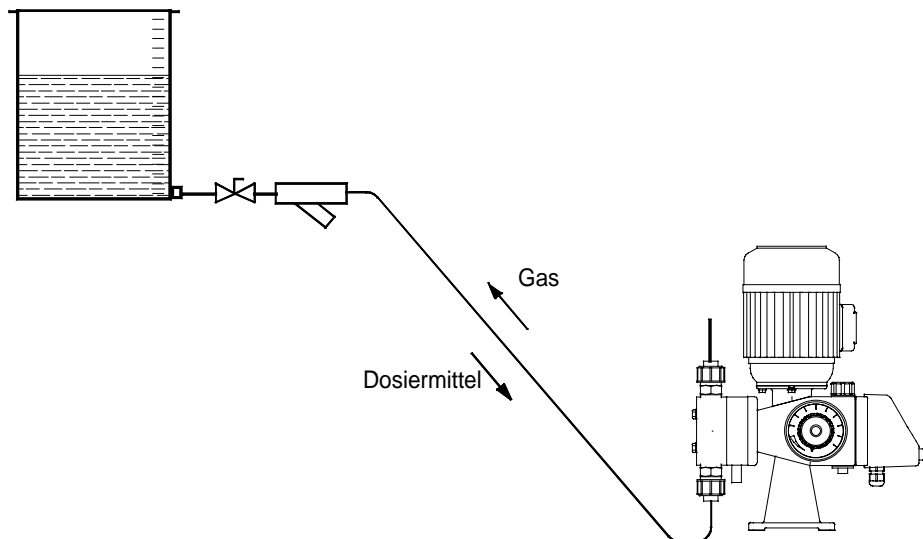
oder Kolben-Membranpumpen ausgewichen werden. Ebenso kann der Einfluß des variablen Zuilaufdrucks unschädlich gemacht werden durch Verwendung eines Saugdruckreglers SDR bzw. durch Installation eines Zwischenbehälters mit konstant gehaltener Füllhöhe.



1.5.2.1.2 Saugleitungsinstallation für ausgasende Medien

Zur Verhinderung, daß mehr Gas als unvermeidbar in den Dosierkopf gelangt, sollte die Saugleitung mit Gefälle zum Saugventil verlegt werden, damit das Gas entgegengesetzt zum Behälter zurückstrebt. Das setzt unter anderem auch eine überdimensionierte Saugleitung

voraus, um die Strömungsgeschwindigkeit gering zu halten. Falls das Problem der Ausgasung nicht anders gelöst werden kann, ist das unter Punkt 1.5.2.1.2.1 beschriebene Gas-Sammelgefäß oder eine der unter Punkt 1.3.5 beschriebenen Kopfentlüftungen einzusetzen.



1.5.2.1.2.1 Gas-Sammelgefäß

Auch ein Gas-Sammelgefäß, welches nebenbei den positiven Effekt eines saugseitigen Pulsationsdämpfers ergibt, kann zusätzlich

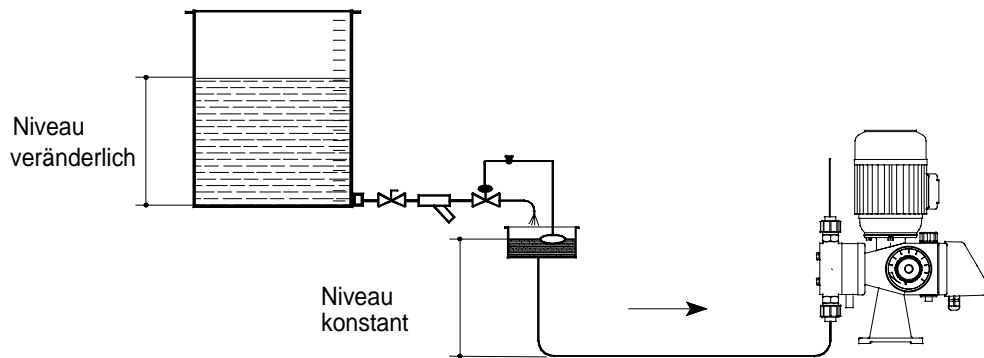
oder anstelle der schrägen Saugleitung kurz vor dem Saugventil installiert werden. Er muß aber von Zeit zu Zeit entgast, d.h. neu mit Medium befüllt werden.



1.5.2.1.2 Zwischenbehälter für konstanten Zulaufdruck zum Dosierkopf

Speziell Membran-Dosierpumpen sind in ihrer Förderleistung abhängig auch vom Saug- und Zulaufdruck. Dieser Einfluß kann mit einem stets auf gleicher Höhe gefüllten Zwischenbe-

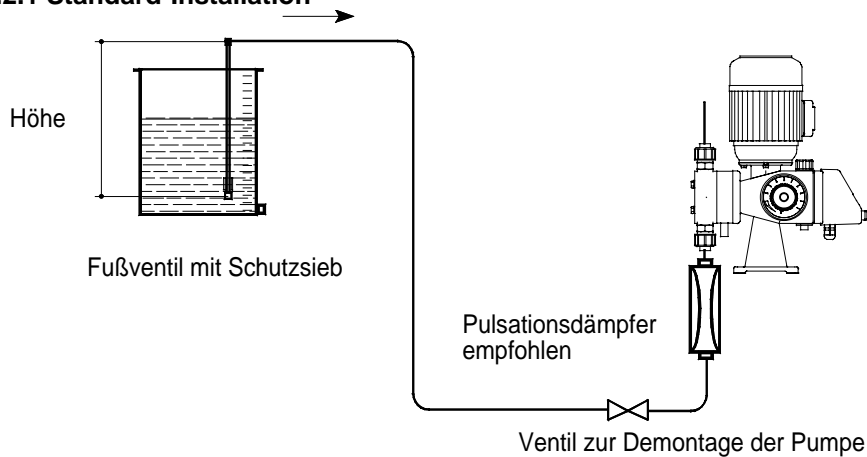
hälter ausgeschaltet werden. Diese Art kann natürlich nur bei positivem Zulauf angewendet werden, um dem Zwischenbehälter freien Zulauf zu bieten.



1.5.2.2 Installation der Dosierpumpe für den Fall, daß der Behälter aus Sicherheitsgründen nicht seitlich oder unten angeschlossen werden darf (Gewässerschutz).

Die Entnahme ist nur oben heraus erlaubt.

1.5.2.2.1 Standard-Installation



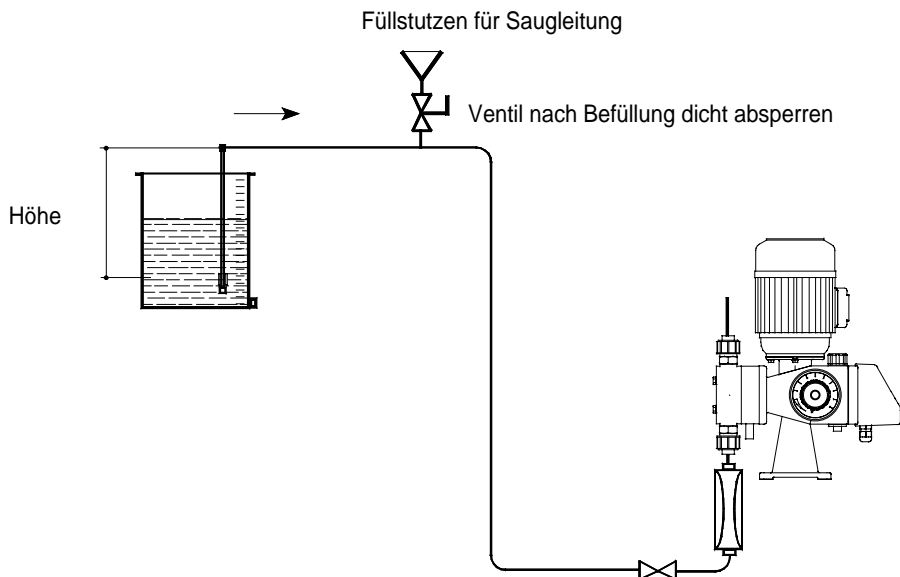
Diese Installation ist nur dann funktionsfähig, wenn die bei Tiefststand maximal zu überwindende Höhe H unter Berücksichtigung der Dichte auch von der noch trockenen Dosierpumpe überwunden werden kann. Wenn die Leitungen gefüllt sind, heben sich die hydrostatischen Drücke in den Leitungen innerhalb und außerhalb des Behälters auf, so daß sich diese Anlage statisch wie die Anlage nach Bild 1.5.2.1.1 verhält. Ein **wichtiger** Unterschied ist

aber zu beachten: Die Saugleitungslänge zählt für die zu beschleunigende Flüssigkeitssäule vom Fußventil an und kann wegen der großen Länge zu Ansaugproblemen führen. Ein Pulsationsdämpfer wie in 1.5.1.3 beschrieben schafft Abhilfe, weil die von der Beschleunigung erzeugten Druckspitzen gemindert werden. Bei ausgasenden Medien kann eine unter Punkt 1.3.3.2 beschriebene Heber-Anlage eingesetzt werden

1.5.2.2.2 Saugleitung mit Füllstutzen

Durch Füllung der Saugleitung **vor** der Inbetriebnahme kann wegen der dann hydrostatischen Ausgeglichenheit problemlos angesaugt werden (vorbehaltlich eines saugseitigen

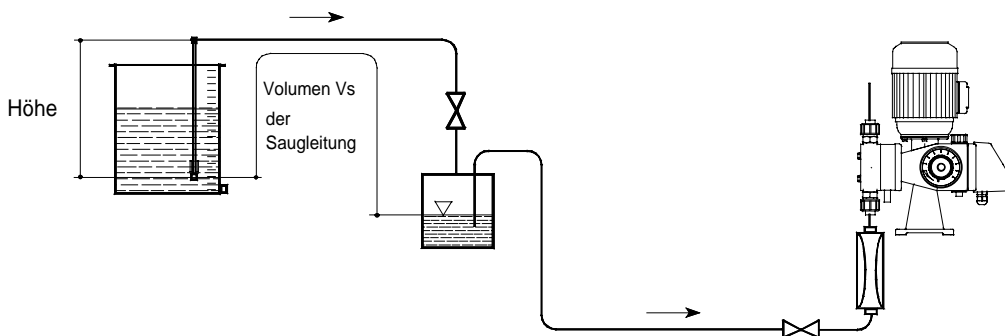
Pulsationsdämpfers, wenn wie in Punkt 1.5.2.2.1 erwähnt, die Länge zwischen Fußventil und Pumpe groß ist). Ventil nach Befüllung **dicht** absperren.



1.5.2.2.3 Saugleitung mit Vorlagebehälter

Wegen der besseren Zugänglichkeit und des positiven Nebeneffektes der Pulsationsdämpfung kann in der Nähe der Dosierpumpe auch ein Vorlagebehälter installiert werden. Die Wirkung des Vorlagebehälters gleicht der vom Punkt 1.5.1.2. Das vor der Inbetriebnahme einzufüllende Volumen V läßt sich berechnen aus dem Volumen V_s der luftgefüllten Saug-

leitung vom Fußventil bis zum Niveau des gefüllten Vorlagebehälters. In die Rechnung gehen die senkrechte Höhe H zwischen Fußventil und **höchster** Stelle sowie die Dichte des Mediums und der Luftdruck ein. Siehe Tabelle 1.3.3.1

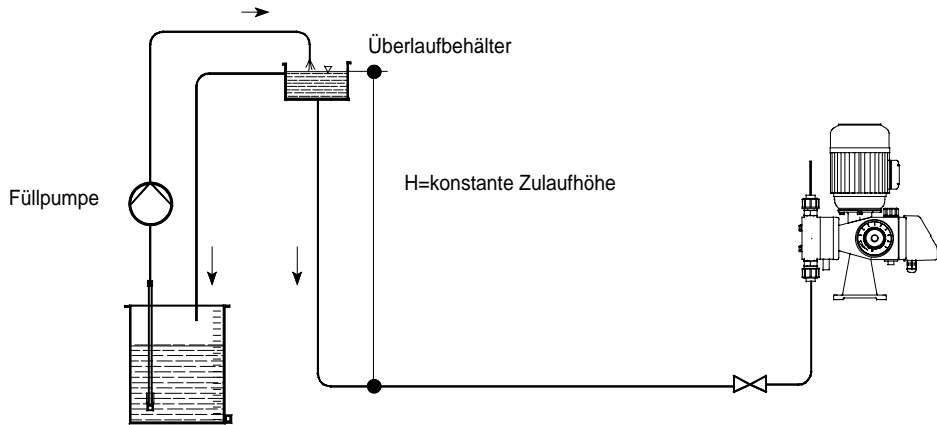


1.5.2.2.4 Saugleitung mit Überlaufbehälter zur Konstanthaltung der Zulaufhöhe

Die Förderleistung von Membran-Dosierpumpen ist von Saug- bzw. Zulaufdruck abhängig. Dieser Einfluß kann mit einem stets auf gleicher Höhe gefüllten Überlaufbehälter ausgeschaltet werden. Erforderlich ist allenfalls eine separate Füllpumpe, die stets mehr

fördert, als maximal von der Dosierpumpe abgenommen wird. Die von der Dosierpumpe nicht abgenommene Menge fließt in den Vorratsbehälter zurück.

Als Füllpumpe muß keine Dosierpumpe verwendet werden.



1.5.3 Druckleitung von der Dosierpumpe zur Impfstelle

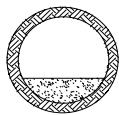
Grundsätzliche Hinweise, die für alle folgenden Installationen gelten

1.5.3.1 Schlauchleitung

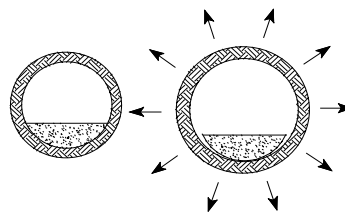
1.5.3.1.1 Die Druckleitung als Schlauch verlegt anstelle starrer Verrohrung wirkt dämpfend auf Druckstöße einer oszillierenden Dosierpumpe.

1.5.3.1.2 Die Druckleitung aus elastischem Schlauch wirkt selbstreinigend gegen Ablagerungen und ist daher zu empfehlen bei Suspensionen wie z.B. Kalkmilch.

starres Rohr



Schlauch

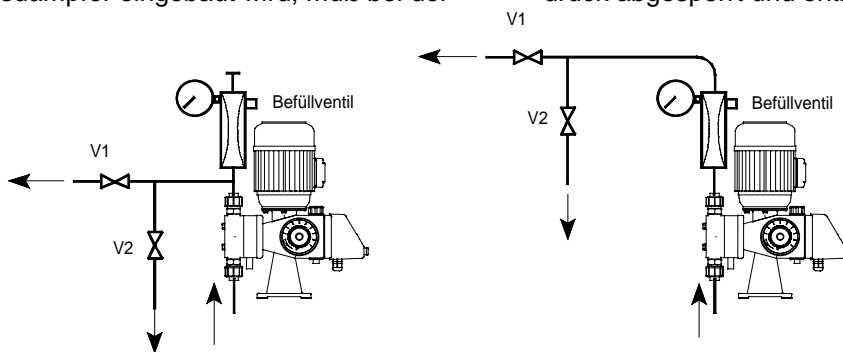


Ablagerung löst sich

1.5.3.1.3 Für Leitungslängen über 10 m sollte geprüft werden, wie groß die **Druckspitzen** werden, welche von der oszillierenden Arbeitsweise der Dosierpumpe bewirkt werden.

Zur Verringerung der Druckspitzen ist entweder der Leitungsdurchmesser zu vergrößern oder ein Pulsationsdämpfer einzusetzen. Wenn ein Pulsationsdämpfer eingebaut wird, muß bei der

Installation berücksichtigt werden, daß der Dämpfer für spätere Wartung und zum Nachfüllen des Gases über Ventile vom Betriebsdruck abgesperrt und entlastet werden kann.



Anschluß über T-Stück

Anschluß im Durchfluß (Inline)

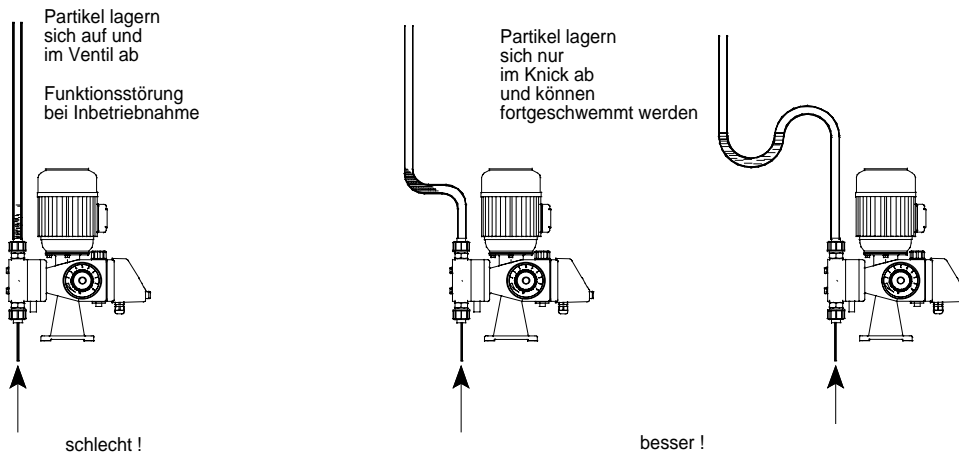
Vor jeder Prüfung oder vor jedem Auf- bzw. Nachfüllen von Luft ist der Pulsationsdämpfer durch Absperrventil V_1 von dem unter Druck

stehenden System zu trennen und durch Ventil V_2 zu entlasten.

1.5.3.1.4 Suspensionen

Suspensionen neigen zum Ablagern auch in Funktionsteilen der Pumpe wie den Ventilen. Die Partikel würden während der Stillstandszeiten das Druckventil "einzementieren" und

die Wiederinbetriebnahme beeinträchtigen. Es wird daher empfohlen, direkt über dem Ventil einen seitlichen Versatz der Leitung zu berücksichtigen.

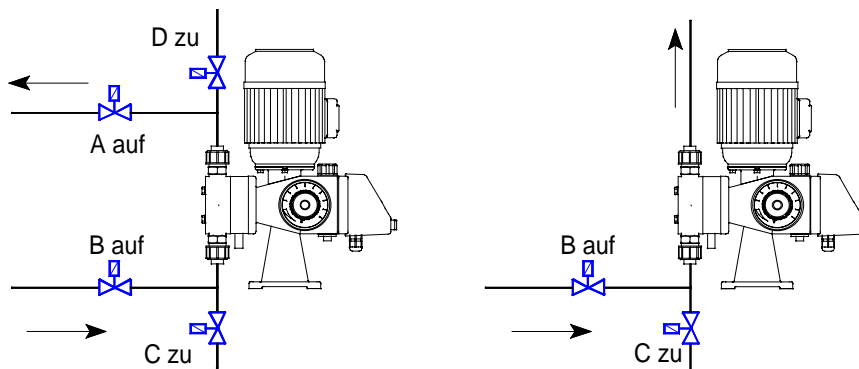


Für Suspensionen sollte zur Vermeidung von Ablagerungen in der Leitung die höchstzulässige Strömungsgeschwindigkeit gewählt werden.

1.5.3.1.5 Spülung

In Ergänzung zum vorhergehenden Punkt wird die Spülung des gesamten Dosierkopfes in gewissen Zeitabständen und/oder vor Stillstandszeiten empfohlen. Der Ablauf kann mit

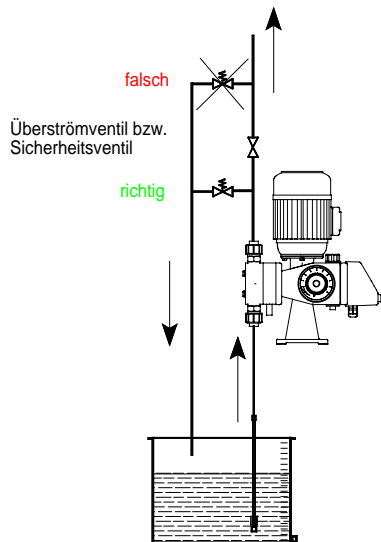
Zeitrelais vom Prozessablauf gesteuert werden. Wenn das Spülwasser (z.B. bei Klärbekken) auch zur Dosierstelle geleitet werden darf, werden 2 Ventile (A und D) gespärt.



1.5.3.1.6 Überströmventil (Sicherheitsventil)

Wenn in der Druckleitung von der Dosierpumpe bis zur Impfstelle die Möglichkeit besteht, die Leitung abzusperrern ohne die Pumpe vorher abzuschalten, muß zum Schutz von Pumpe und Leitung ein Überströmventil vorgesehen werden. Das Überströmventil sollte in jedem Fall eingeplant werden, wenn eine leistungsstarke Pumpe auch bei Verstopfung der Leitung Zerstörungen bewirken könnte. Die In-

stallation hat so zu erfolgen, daß das Überströmventil **nie** abgesperrt werden kann. Ein Überströmventil erübrigt sich bei Magnet-Dosierpumpen, die keinen zerstörerischen Druck aufbauen können (z.B. MAGDOS 12 l/h mit 4 bar, MAGDOS 40 mit 4 bar und MAGDOS 100 mit 1,5 bar).



1.5.3.2 Dosierung in freiem Auslauf

Wenn in einen offenen Behälter oder in ein (Klär-) Becken dosiert werden soll, muß berücksichtigt werden, ob die Impfstelle geodä-

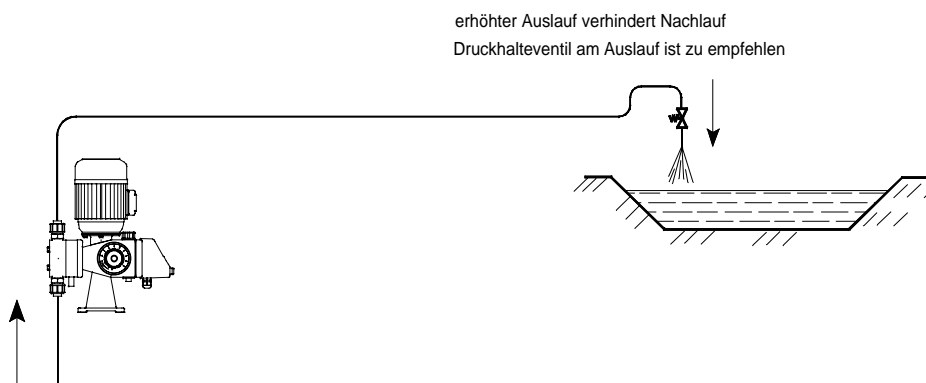
tisch **über** oder **unter** dem Niveau des Dosiermittelbehälters liegt.

1.5.3.2.1 Impfstelle geodätisch oberhalb des Behälters

Liegt die Impfstelle über dem Behälter, genügt eine einfache Leitung von der Dosierpumpe bis zur Impfstelle ohne weitere Armaturen. Wenn die Leitung allerdings lang ist (über 10 m), kann ein eingebauter Pulsationsdämpfer glättend wirken. Ein Druckhalteventil verhindert bei langen Leitungen eine Überförderung, die als Folge der Massenträgheit der strömenden Dosiermenge auftritt.

Auf alle Fälle soll die Leitung so verlegt werden, daß sie stets gefüllt bleibt und bei Stillstand der Dosierpumpe nicht undefiniert ausläuft (was eine Regelung negativ beeinflussen würde).

Kurz vor dem Auslauf soll ein überhöhter Bogen installiert sein, der das Leerlaufen nach Demontage des Druckhalteventils verhindert.

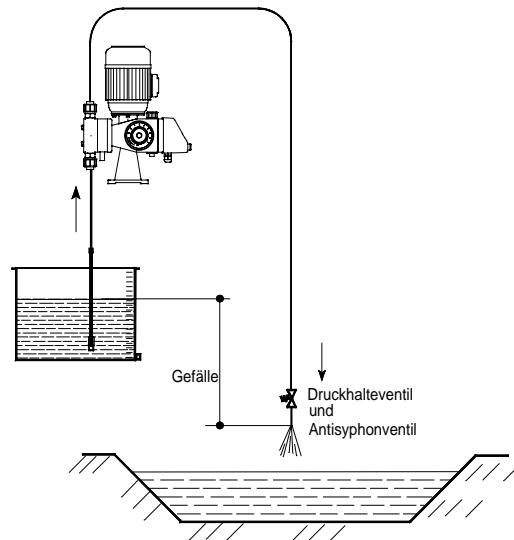


1.5.3.2.2 Impfstelle geodätisch unterhalb des Behälters

Wenn die Impfstelle unter dem Niveau des Behälters liegt, würde auch bei abgeschalteter Pumpe Chemikal vom Behälter zur Impfstelle fließen. Bei laufender Pumpe wäre die Dosiermenge größer als eingestellt. Der Effekt wird

"Hebern" genannt. In solchen Fällen ist stets ein Druckhalteventil **am Ende** der Leitung zu installieren. Der Haltedruck soll ca. 0,5 bar über dem hydrostatischen Heberdruck liegen.

$$\text{Heberdruck} = \frac{\text{Gefälle}(m) \cdot \text{Dichte}(kg / dm^3)}{10} \text{ bar}$$



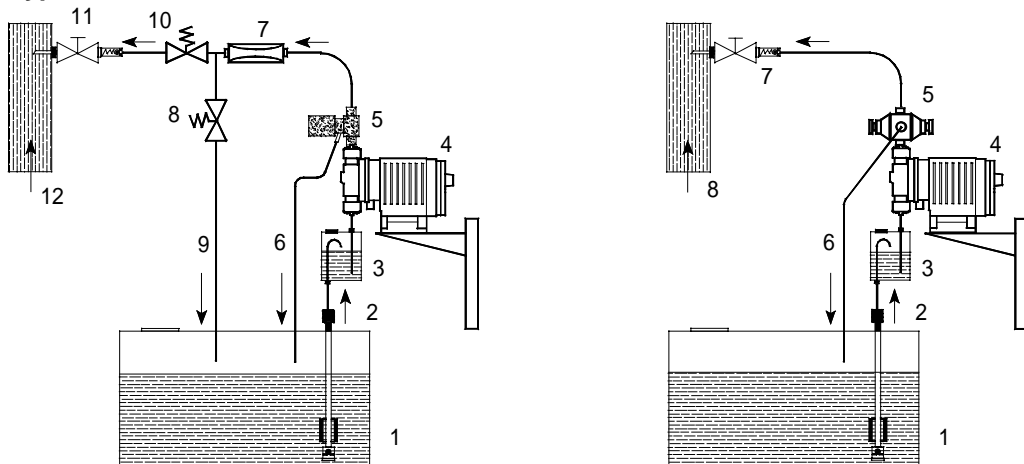
1.5.3.3. Dosierung in Drucksysteme

Wenn in Systeme mit **Überdruck** dosiert werden soll, ist immer eine absperrbare Impfstelle mit Rückschlagventil zu verwenden, damit kein Prozeßgut rückwärts in das Dosiersystem gelangen kann. Beispielsweise entstünde eine Gefahr, wenn Wasser aus dem Prozeß in die Schwefelsäure-Dosieranlage strömen könnte. Kunststoffleitungen wären durch die exotherme Reaktion gefährdet. PVC-Leitungen würden gar durchschmelzen.

Es gelten alle zuvor erläuterten Hinweise wie die Verwendung eines Pulsationsdämpfers bei

längeren Leitungen oder Druckhalteventile bei schwankenden Gegendrücken bzw. der Gefahr des "Heberns". Ein Überströmventil schützt Dosierpumpe und Leitung vor zu hohem Druck. Vor längeren **Stillstandszeiten** ist die **Impfstelle abzusperrern**, weil die in der Impfstelle vorhandene Rückschlagfunktion keine sichere Absperrung gewährleistet. Nur Kugelhähne, Absperrschieber, Ventile u.s.w. garantieren eine sichere Absperrung.

Typische Installation mit zuvor beschriebenen Armaturen

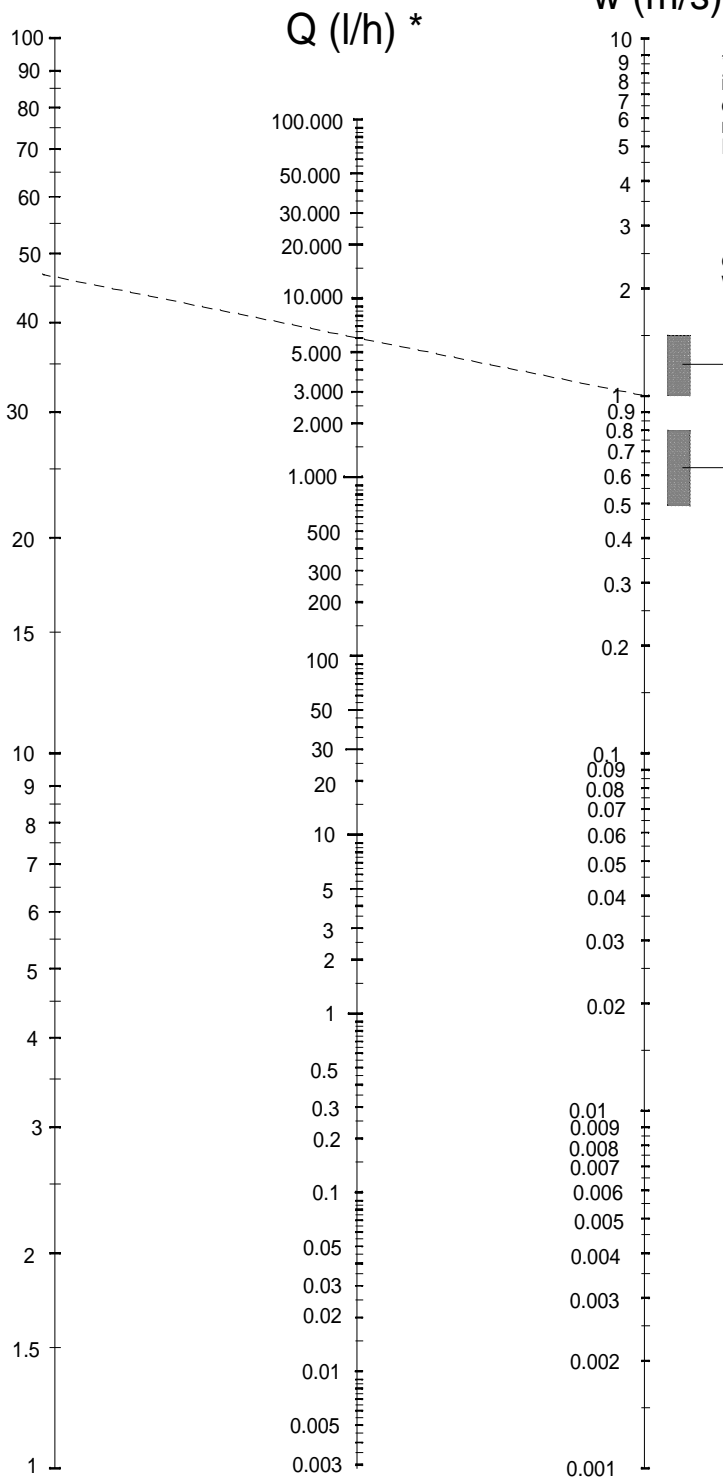


- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1 Behälter | 9 Ablauf |
| 2 Saugleitung | 10 Druckhalteventil |
| 3 Ansaughilfe (Vorlagebehälter) | 11 Impfstelle |
| 4 Dosierpumpe | 12 zu behandelndes Medium |
| 5 Gas-Ex (Entlüftungsarmatur) | |
| 6 Entlüftung/Ablauf | |
| 7 Pulsationsdämpfer | |
| 8 Überströmventil | |

- | |
|------------------------------------|
| 1 Behälter |
| 2 Saugleitung |
| 3 Ansaughilfe (Vorlagebehälter) |
| 4 Dosierpumpe |
| 5 Pentabloc (Multifunktionsventil) |
| 6 Ablauf |
| 7 Impfstelle |
| 8 zu behandelndes Medium |

1.5.3.4 Rohrleitungs-Nomogramm

d (mm)



* Bei oszillierenden Dosierpumpen ist vor Ermittlung der Nennweite die Pumpen-Nennleistung mit 3 zu multiplizieren, wenn kein Pulsationsdämpfer eingesetzt wird.

empfohlene Strömungsgeschwindigkeit für wasserähnliche Flüssigkeiten auf der

Druckseite der Pumpe

Saugseite der Pumpe

Achtung!
Bei Leitungslängen über 2m auf der Saugseite und 10m auf der Druckseite sowie Viskositäten über 20mPa*s werden Pulsationsdämpfer oder weitere Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit empfohlen.
Im Zweifel Druckverluste der Rohrleitung mit den Formeln der Fachliteratur oder Kapitel 1.3.1.1 nachrechnen.

Beispiel
Dosierpumpe GMR2000
Ohne Pulsationsdämpfer sind 2000l/h*3 zu berücksichtigen

6000l/h bei 1m/s ergeben 45mm DN50 ist zu wählen, wenn die vorstehenden Punkte beachtet werden.

1.6 Genauigkeit von Dosierpumpen

Dosierpumpen sind nicht grundsätzlich mit einer bestimmten Genauigkeit ausgestattet. Ihre Präzision ist auch von der Beachtung der Betriebsweise der Pumpe abhängig. Daher ist es sehr wichtig, daß die bei der Einstellung der gewünschten Dosierleistung gegebenen Betriebsdaten fortwährend erhalten bleiben. Nur dann ist eine ausreichend konstante Dosierung gewährleistet. Die Betriebsbedingungen umfassen unter anderem die Eigenart des Mediums, dessen Temperatur und Viskosität, Zulaufdruck bzw. Saugdruck sowie Gegendruck. Natürlich spielen auch Einflüsse auf den Antriebsmotor eine Rolle wie Spannung und Netzfrequenz. Bei Membranpumpen kommt hinzu, daß im Laufe der Betriebszeit die Steifigkeit nachläßt. Wenn die vorgenannten Daten nicht schon anlagenbedingt konstant sind,

1.6.1 Dosierfehler

Der Dosierfehler gibt die Abweichung der Förderleistung vom Mittelwert an, der aus einer bestimmten Anzahl von Einzelmessungen bei

1.6.2 Einstellgenauigkeit

Die Einstellgenauigkeit gibt die Abweichung der Förderleistung vom Mittelwert an, der aus einer bestimmten Anzahl von Einzelmessungen ermittelt wurde, wenn nach jeder Einzelmessung der Hub wesentlich verstellt und vor der näch-

$$m = A \cdot H \cdot n \cdot \rho \cdot \varepsilon$$

m = Dosierleistung Masse/Zeit

A = Wirkfläche des Kolbens bzw. der Membrane

H = Hublänge des Kolbens bzw. der Membrane

n = Hubfrequenz

ρ = Dichte des Dosiermittels

ε = Wirkungsgrad

Weil die in der Gleichung aufgeführten Größen in der Praxis nicht konstant sind, sondern Fertigungsfehlern, Druck- und Temperatureinflüssen sowie bei Drehstromantrieben auch Schwankungen der Netzfrequenz und Spannung unterliegen, erreicht die Dosierleistung nicht 100 %, sondern nur einen bestimmten Betrag davon. Dieser wird durch den Wirkungsgrad ε zum Ausdruck gebracht. ε selbst ist auch nicht konstant, sondern insbesondere dann abhängig vom Druck, wenn elastische Verformungen oder Gaseinschlüsse auftreten. ε kann durch Versuche ermittelt werden.

Es gibt Fehler, die bei jeder Hubeinstellung in absoluter Größe konstant sind und sich darum bei kleineren Hubeinstellungen relativ stärker auswirken. ± 1 % Fehler bei einer 100-l/h-Pumpe sind ± 1 l/h. Dieser Fehler tritt auch dann auf, wenn die Pumpe auf 25 % Förderlei-

müssen Vorkehrungen getroffen werden, welche die Konstanz schaffen oder die Schwankungsbreite wenigstens zu minimieren.

Für die Pumpe selbst wird die erzielbare Genauigkeit bereits bei der Konstruktion festgelegt. Gestaltung und formbeständige Dimensionierung der Maschinenteile gegen Kraft- und Druckeinwirkung sowie spielfreies Zusammenwirken der bewegten Elemente sind die Vorgabe.

Konstanten Gegendruck kann man durch Druckhalteventile erreichen, konstante Saugdruckbedingungen durch einen Saugdruckregler bzw. niveaugeregelte Zwischenbehälter. Wenn alle vorgenannten Parameter konstant sind, kann die Förderleistung nach folgenden Kriterien beurteilt werden:

konstanter Einstellung der Hublänge ermittelt wurde.

sten Messung wieder auf den alten Wert eingestellt wurde.

In vereinfachter Form läßt sich die Dosierleistung mit folgender Gleichung beschreiben:

stung eingestellt wurde. ± 1 l/h sind dann bereits ± 4 % bezogen auf 25 l/h.

Solche auf den Maximalwert bezogenen Fehler sind z.B. die Leckage am Kolben oder der Schlupf undichter Ventile.

Andere Fehler beziehen sich auf die jeweils eingestellte Dosierleistung. ± 1 % Fehler sind dann bei 25%-Einstellung der 100l/h-Pumpe nur 0,25 l/h. Zu dieser Art Fehler gehört z.B. die Schwankung der Netzfrequenz. ± 1 % Drehzahländerung beeinflusst die 100l/h-Einstellung und die 25l/h-Einstellung prozentual gleich stark: also ± 1 l/h bei 100 l/h und $\pm 0,25$ l/h bei 25 l/h Dosierleistung.

Fehler, die durch elastische Verformung von Membranen und durch Kompression bzw. Expansion von Luft- und Gaseinschlüssen im Pumpenkopf auftreten, sind am schwierigsten zu beherrschen.

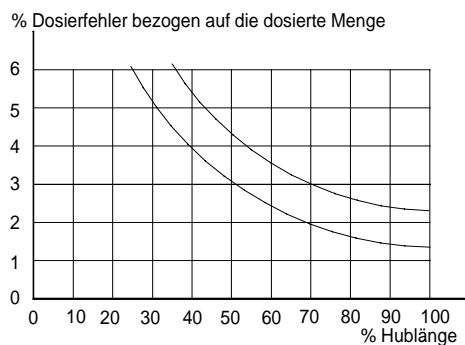
Darum soll der Konstrukteur Toträume und elastisch komprimierbare Teile gering halten und der Planer die Installation so auslegen, daß möglichst keine Gase in den Dosierkopf gelangen können.

Die Genauigkeit der Dosierung kann von vornherein erhöht werden, wenn sich der Betreiber nicht nur auf die Einstellskala der Dosierpumpe und die Förderleistungskurven der Datenblätter bezieht, sondern die Dosierpumpe unter Betriebsbedingungen auslitiert (s. Punkt 1.7.)

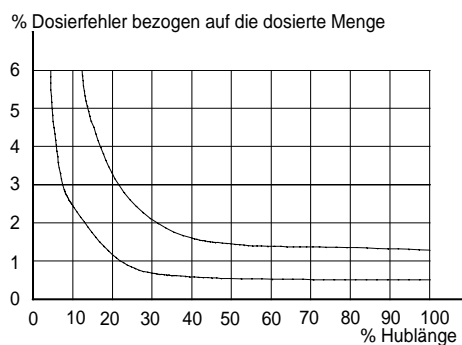
Für Kolben-Dosierpumpen kann eine Dosiergenauigkeit von 0,5...1,0 % bei konstanten Betriebsbedingungen angegeben werden. Diese Genauigkeit ist über einen Stellbereich von 10...100 % erreichbar. Unter 10 % Hublänge nimmt der Fehler überproportional stark zu. Membran-Dosierpumpen erreichen bei kon-

stanten Betriebsbedingungen etwa 3 % Genauigkeit bezogen auf 100 % Hublänge. Im Gegensatz zur Kolben-Dosierpumpe ist aber der durch die elastische Verformung der Membrane gegebene Fehleranteil von starkem Einfluß und überproportional zunehmend bei geringeren Hublängen. Daher sollten Membran-Dosierpumpen nicht unter 20 % Hublänge betrieben werden. Der Dosierfehler kann bei 20 % Hublänge bereits über 10 % der nach Förderleistungs-Kennlinie angegebenen Werte betragen. Die Genauigkeit der Dosierpumpen spielt kaum eine Rolle, wenn sie nur als Transport- (Förder-)pumpen oder als Stellglieder in geschlossenen Regelkreisen eingesetzt werden. Im letzteren Fall verstellt der Regler die Pumpe so lange, bis das gesetzte Ziel im Prozeß erreicht wurde.

Membran-Dosierpumpe



Kolben-Dosierpumpe



1.7 Prüfung der Dosierleistung

Die Dosierleistung kann auf verschiedene Weise ermittelt werden. Während der Messung (auch Auslitiert genannt) müssen Saug- und Gegendruck konstant bleiben. Meist wird die Dosierpumpe nacheinander für verschiedene Gegendrücke ausgelitiert und der Saugdruck konstant bei z.B. 100 mbar (ca. 1 m Wassersäule) gehalten. Zur Aufnahme einer Kennlinie kann die Messung bei z.B. 0-20-40-60-80-100 % Hublänge aufgenommen werden. Die dosierte Menge kann auf der Druckseite aufge-

fangen werden, was aber meist nur auf Pumpenprüfständen (siehe Pkt. 1.7.1) möglich ist. In Betriebsinstallationen bewährt sich die Methode, bei der die von der Pumpe pro Zeiteinheit (z.B. Minute) **angesaugte** Menge gemessen wird. Wenn diese Messung zur Kontrolle häufiger in einer Anlage erforderlich ist, sollte an der Saugleitung ein entsprechendes Meßgefäß vorgesehen werden (siehe Pkt. 1.7.2).

1.7.1 Prüfstand für Dosierpumpen

Der Prüfstand wird zweckmäßigerweise so eingerichtet, daß die zu prüfenden Pumpen(2) leicht gewechselt werden können. Der Prüfvorgang sei an folgendem Schema erläutert:

Sauberes Wasser als Prüfmedium befindet sich im Behälter (12). Es soll regelmäßig gewechselt werden, um Verunreinigungen durch Algen und Bakterien zu vermeiden. Die Saugleitung (1) sollte flexibel sein, um sie besser handhaben zu können. Außerdem sollte ein Fußventil vorhanden sein, damit zum Prüfen

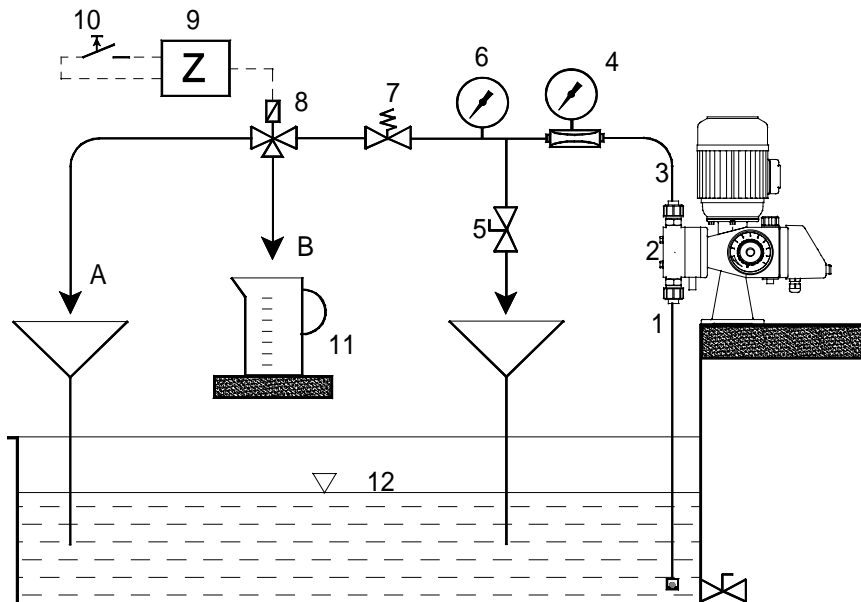
der nächsten Pumpe die Saugleitungen nicht wieder neu gefüllt werden müssen. Auch der Anschluß der Druckleitung (3) sollte flexibel sein. Vor der Prüfung muß die Dosierpumpe auf den beabsichtigten Prüfdruck gebracht werden. Wenn mit einem Pulsationsdämpfer (4) gearbeitet werden soll, um den Dosierstrom gleichmäßig zu gestalten, ist er auf 60 bis 70 % des Prüfdruckes vorzuspannen. Vor der Befüllung des Druckminderers mit Luft muß Ventil (5) geöffnet sein, damit der Luftdruck das im

System befindliche Wasser herausdrücken kann. Bei geöffnetem Ventil (5) wird die Pumpe angeschaltet, um das Ansaugen zu erleichtern. Nachdem die Pumpe angesaugt hat, ist Ventil (5) zu schließen. Danach fördert die Pumpe durch das Druckhalteventil (7) und baut den gewünschten Druck auf. Am Manometer (6), nicht am Pulsationsdämpfer (4), soll der Prüfdruck abgelesen werden. Die Pumpe fördert gemäß ihrer Einstellung die zu prüfende Menge gegen den am Manometer (6) abgelesenen Druck durch das Magnetventil (8) zum Austritt (A) zurück in den Vorratsbehälter (12). Aus diesem gleichmäßigen Betrieb wird nun für z.B. 1 Minute die Dosiermenge herausgemessen. Das wird dadurch ermöglicht, daß durch Taster (10) ein Zeitrelais (9) aktiviert wird, welches

das Magnetventil (8) für genau eine Minute umschaltet, um die Dosiermenge aus dem Stutzen (B) in das Meßgefäß (11) zu leiten. Nach Ablauf der Minute wird wieder auf Stutzen (A) geschaltet. Die dosierte Menge (11) wird notiert und mit den zur Pumpe gehörigen Ausliterungskurven verglichen.

Für Magnet-Dosierpumpen, bei denen es wichtiger ist zu wissen, wieviel sie je Hub dosieren, wird das Zeitrelais (9) durch ein Zählwerk ersetzt. Die Pumpe fördert dann nach Aktivieren des Zählwerks für z.B. 100 Hübe in den Behälter (11). Dabei ist es nicht so sehr von Bedeutung, in welcher Zeit die 100 Hübe ausgeführt werden. Es ist dennoch empfehlenswert, die Ausliterung bei etwa 80 % der maximalen Hubfrequenz durchzuführen.

Prüfstand Schema

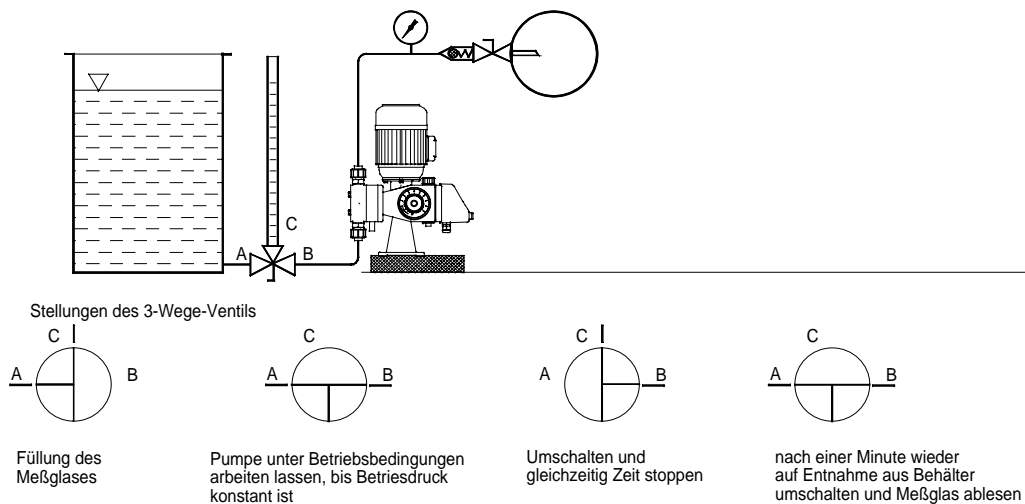


1.7.2 Ausliterung im praktischen Betrieb

Damit die Ausliterung unter den gleichen Bedingungen erfolgt, wie die Pumpe im praktischen Einsatz betrieben wird, sollte die Druckseite meßtechnisch nicht beeinflusst werden. Darum empfiehlt sich die Installation eines Meßglases (als Standrohr), welches über ein 3-

Wege-Ventil oder entsprechend geschaltete Einzelventile vom Behälter aus gefüllt werden kann. Für die Messung wird dann so geschaltet, daß die Pumpe ihre Flüssigkeit nur noch aus dem Meßglas bekommt.

Installationsschema und Durchführung der Auslitterung im Betrieb



1.8 Wartung von Dosieranlagen

Die Häufigkeit der Wartung bzw. der vorsorglichen Überwachung von Dosieranlagen hängt vor allem von der Wichtigkeit der Anlage und der von ihr evtl. ausgehenden Gefahr für Mensch und Anlage bei Fehlfunktion ab. Da es sich bei Dosierpumpen und deren Armaturen für die Dosierung von mehr oder weniger aggressiven Chemikalien auch um potentielle Gefahrenquellen handelt, sollten diese entsprechend geplant und installiert werden. Weil Dosieranlagen als technische Geräte wie alle anderen auch dem Verschleiß unterliegen, welcher in weiten Bereichen abhängig davon ist, ob die Anlage 24 Std. am Tag oder nur sporadisch arbeitet und ob die Geräte an ihrer nominellen Leistungsgrenze arbeiten oder nur teilbelastet sind, läßt sich keine eindeutige Aussage über evtl. zu erwartende Ausfälle machen. Insbesondere Membranen von Dosierpumpen werden nicht nur von der Laufdauer beeinflusst, sondern auch vom chemischen Angriff und darüber hinaus von der bei Elastomeren nicht zu vermeidenden Schwächung durch Alterung. Die Lebensdauer von Membranen liegt daher je nach vorgenannten Ein-

flüssen aus der Erfahrung zwischen 1000 und 20.000 Std. Bei wichtigen industriellen Prozessen könnte als Faustregel dienen, daß einmal im Jahr die Membrane prophylaktisch gewechselt wird. Wenigstens einmal pro Woche sollte kontrolliert werden, ob an der Pumpen-Anlage Leckage auftritt. Um Schäden zu vermeiden, die zwischen den Inspektionszeiten auftreten, empfiehlt sich wie vorgenannt die Installation einer Auffangwanne um die Pumpe herum und/oder von Leckagesensoren.

Für viele Anwendungen gelten örtliche Vorschriften bzw. Gesetze der Unfallverhütung. Einige Anwendungen erlauben ohnehin nur die Montage des Chemikalienbehälters in Auffangwannen. In deren Bereich sollte auch die Pumpe montiert werden. Eine Leitungsführung durch Mantelrohr, um bei platzenden Rohren die Leckage gezielt auffangen zu können, ist zu empfehlen, in bestimmten Anlagenbereichen vorgeschrieben.

Bei Beachtung der verfahrensüblichen und gesetzlichen Vorschriften sowie Beachtung der Wartungshinweise für Dosieranlagen ist das Risiko eines Schadens äußerst gering.

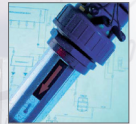
29.06.1999
Günther Bolte



Dosierpumpen, Zubehör, Chlorgastechnik, Mess- und Regeltechnik, Kreiselpumpen, Desinfektionsanlagen und Anlagenbau



Produkte zur Desinfektion von Schwimmbadwasser auf Basis der Salzwasser-Elektrolyse, Hauswassertechnik



Lutz-Jesco GmbH
Am Bostelberge 19 • D-30900 Wedemark
www.lutz-jesco.de



Fass- und Behälterpumpen, Durchflusszähler, Doppelmembranpumpen, Zentrifugalpumpen



Lutz Pumpen GmbH
Postfach 1462 • D-97864 Wertheim
www.lutz-pumpen.de

Stammhaus
Lutz-Jesco GmbH
Am Bostelberge 19
30900 Wedemark
Germany

Tel.: +49 5130 5802-0
Fax: +49 5130 580268

E-Mail: info@lutz-jesco.com
Internet: www.lutz-jesco.de

Ungarn
Lutz-Jesco Üzletég
Vasvári P. u. 9.
9024 Győr
Hungary

Tel.: +36 96 523046
Fax: +36 96 523047

E-Mail: info@lutz-jesco.hu
Internet: www.lutz-jesco.hu

Österreich
Lutz-Jesco GmbH
Aredstraße 7/2
2544 Leobersdorf
Austria

Tel.: +43 2256 62180
Fax: +43 2256 6218062

E-Mail: info@lutz-jesco.at
Internet: www.lutz-jesco.at

Niederlande
Lutz-Jesco Nederland B.V.
Nijverheidstraat 14 C
2984 AH Ridderkerk
Netherlands

Tel.: +31 180 499460
Fax: +31 180 497516

E-Mail: info@lutz-jesco.nl
Internet: www.lutz-jesco.nl

Großbritannien
Lutz-Jesco (GB) Ltd.
Gateway Estate
West Midlands Freeport
Birmingham B26 3QD
Great Britain

Tel.: +44 121 782 2662
Fax: +44 121 782 2680

E-Mail: info-gb@jesco.de
Internet: www.lutz-jesco.de

USA
Lutz-JESCO America Corp.
55 Bernar Park
Rochester, N.Y. 14624
USA

Tel.: +1 585 426-0990
Fax: +1 585 426-4025

E-Mail: mail@jescoamerica.com
Internet: www.jescoamerica.com

East Asia
Lutz-Jesco East Asia Sdn Bhd
6 Jalan Saudagar U1/16
Hicom Glenmarie Industrial Park
40150 Shah Alam/ Selangor
Malaysia

Tel.: +603 55692322
Fax: +603 55691322

E-Mail: info@lutz-jescoasia.com
Internet: www.lutz-jescoasia.com

Middle East
Lutz-Jesco Middle East FZE
P.O. Box 9614
SAIF-Free Zone Center
Sharjah
UAE

Tel.: +971 6 5572205
Fax: +971 6 5572230

E-Mail: info@jescome.com
Internet: www.jescome.com

