

Detailfragen der Rohrleitungsplanung

Dreidimensionales nonverbales Denken
als Voraussetzung für eine akzeptable Planung?

Obwohl Dreidimensionalität immer präsent ist, fällt es vielen Menschen schwer, räumlich zu denken. Gerade aber technische Aufgaben erfordern fast immer dreidimensionale Lösungen – dies trifft ganz besonders auf den Anlagen- und Apparatebau zu.

Für eine effektive Gestaltung von Anlagen ist der Einsatz von geeigneten Ventilen unverzichtbar. Um die für eine Anwendung aus technischer und wirtschaftlicher Sicht optimalen Lösungen zu wählen, ist die Kenntnis über Aufbau und Funktion der einzelnen Bauarten essenziell. Dieser Artikel soll einen Überblick über einige gängige Ventillösungen und deren Einsatzmöglichkeiten geben.

Am 30. Januar 1975 wurde das Patent für Rubiks Zauberwürfel erteilt. Aber nur die wenigsten schafften es den Würfel gezielt mit durchschnittlich 18 Zügen oder in einer Zeit von deutlich unter einer Minute zu sortieren. 1990 brachte Lotus die Tabellenkalkulation 1-2-3 als weiterentwickelte Variante mit dreidimensionalen Arbeitsblättern auf den Markt. Aber keine zwei Prozent der Anwender konnten sich ein dreidimensionales Arbeitsblatt vorstellen und arbeiteten lieber weiterhin zweidimensional oder verknüpften zweidimensionale Arbeitsblätter zu entsprechend größeren unübersichtlichen zweidimensionalen Gebilden.

Dreidimensionalität in Theorie und Praxis

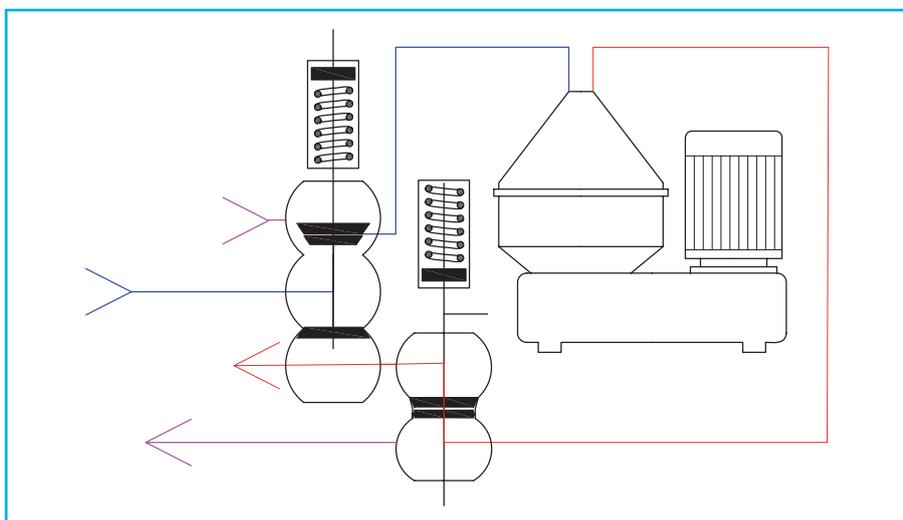
Rohrleitungs- und Instrumentenschemata [R+I; engl.: pipe and instrumentation diagram, p+i d] werden üblicherweise zweidimensional gezeichnet. Konstruktionszeichnungen waren bis zur Einführung von CAD-Systemen in der Regel ebenfalls zweidimensional. Im Englischen ist das Wort für rechts und für richtig identisch. So verwundert es nicht, dass die meisten Leute rechte Winkel für ordentlich halten und fast ausschließlich rechteckig und zweidimensional sowie verbal denken.

Nonverbales Denken wird bereits in der Schule wie eine schlimme Krankheit bekämpft. Da dreidimensionale Gedanken schwierig mit Papier und Bleistift dokumentiert werden können, findet häufig zunächst eine (Selbst-)Beschränkung auf die Zweidimensionalität statt und in der Folge verkümmert das dreidimensionale Denken, wegen mangelnder Anwendung oder mangelnden Verständnisses der Gesellschaft.

Mühlenbauer nutzen gerne die Schwerkraft; Laufrohrleitungen sind deshalb in (Mehl-)Mühlen immer dreidimensional zu planen, um den Auslauf eines Apparates mit dem Einlauf des Apparates in einem tiefer gelegenen Geschoss zu verbinden.

Bei einer Schlauchverbindung wird ein Schlauch mit einer gegebenen Länge zwischen zwei Anschlüssen angeordnet. Die praktische, dreidimensionale Realisierung gelingt in der Regel ohne besondere Vorkenntnisse. Wenn die Schlauchleitung hingegen im Vorhinein aufgezeichnet werden soll, ist dies sogar für Konstrukteure keine einfache Aufgabe, nicht nur weil Schläuche eine feste Länge und keinen rechten Winkel aufweisen.

Kann es sinnvoll sein die Realisierung von Projekten vom zeichnerischen Vermögen eines Planers abhängig zu machen? Ist es sinnvoll einem Montageleiter die Umsetzung vom zweidimensionalen R+I-Schema in eine dreidimensionale Anlage zu überlassen? Kann jemand, der von Geburt an blind ist, sich Farben vorstellen? Wer nicht drei-



Umgehung einer Funktionseinheit (hier: Separator) mit Doppelsitz-Wechselventil und CIP-Anschluss.

dimensional und nicht nonverbal denken kann, wird kaum in der Lage sein, eine optimale Lösung zu finden. Aber auch suboptimale Lösungen können zur vollständigen Zufriedenheit des Anwenders führen.

Möglichkeiten der Leitungsausführung

Mit einer ausreichend großen Anzahl von Schläuchen und Rohrformstücken, wie Doppelgewinde, Anschraubbogen oder T-Stück sowie Absperrventilen und (fahrbaren) Pumpen, lassen sich nahezu alle Aufgaben zur Förderung flüssiger Medien erledigen. Der Planungsaufwand ist sehr gering.

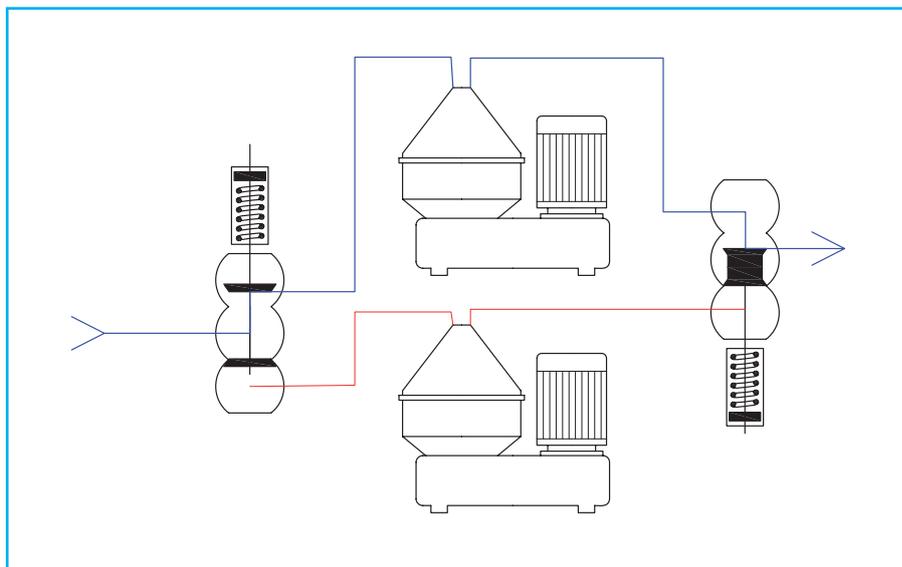
Während der Suche in der Desinfektionswanne nach einem passenden Rohrformstück kann die Planung parallel zur Ausführung vervollkommen werden. Schläuche unterliegen leider einem ständigen Verschleiß und verursachen deshalb hohe Kosten durch regelmäßige Ersatzbeschaffung. Auch ist eine Automatisierung von Schlauchleitungen nur sehr eingeschränkt möglich.

Die Funktion von Rohrzäunen ist relativ leicht verständlich, wobei die Frage nach der Anzahl und den Positionen von Stopp-Ventilen – insbesondere bei Ringleitungen – nicht immer leicht zu beantworten ist. Rohrzäune sind häufig nicht frei von Toträumen. Wenn unbenutzte Koppelbögen nicht konsequent abgeschraubt werden, ist auch eine ungewollte Vermischung „feindlicher“ Medien nicht auszuschließen. Die Einbindung der Koppelbögen in den Reinigungskreislauf wird in der Planung regelmäßig vergessen.

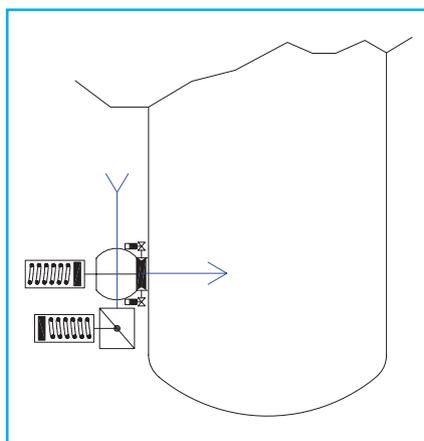
Paneele sind in der Regel deutlich fehlbedienungssicherer als Rohrzäune. Auch die Problematik toter Ecken oder nicht mitgereinigter Koppelbögen ergibt sich in der Regel nicht. Bereits vor der Planung müssen jedoch die gewünschten Funktionen beschrieben werden. Der gedankliche Schritt von einer Schlauchleitung zum Paneel fällt vielen schwer.

Raimund Kalinowski

Raimund Kalinowski, Sachverständigenbüro und Wirtschafts-Mediator (QDR). Staatlich anerkannte Gütestelle nach § 794 Abs.1 Nr. 1 ZPO. Von der IHK öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Maschinen und Anlagen der Brauerei und Getränkeindustrie; Planungs- und Ausführungsfehler. (www.sachverstand-gutachten.de)



Gerne benutztes, aber unpraktisches Beispiel von Wechselventilen, da CIP-Anschlüsse fehlen.



Seitlicher Tankeinlauf mit Doppeldichtventil. Rohrleitungs-Reinigung läuft, wenn Tank noch mit Produkt befüllt.

Ausführung von Rohrzäunen und Paneelen

Wer für Rohrzäune und Paneele eine hygienische Verbindung nach DIN 11853 (bzw. 11864) wählt, sollte bedenken, dass die Gewindestutzen als absolute Festpunkte mit äußerst geringen Toleranzen zu positionieren sind. Die üblicherweise bei Schweißverbindungen zu akzeptierenden Toleranzen sind viel zu groß. Die erforderlichen Genauigkeiten zu erreichen ist bei Baustellenschweißungen und insbesondere bei Rohrzäunen nahezu unmöglich. Bei sorgfältiger Planung und Ausführung kann diese Forderung bei Paneelen erfüllt werden. Es kann sinnvoll sein, die Position der Stutzen am Paneel mit Knotenblechen zu fixieren.

Als Absperrventile kommen bei Rohrzäunen oder Paneelen nahezu ausschließlich handbetätigte Scheibenventile mit Dichtungen aus EPDM zum Einsatz. Automatisierungen genügen

in der Regel nicht den Anforderungen an die Vermischungssicherheit oder/ und der Hygiene. Falls sie den anerkannten Regeln der Technik genügen sollen, verursachen Automatisierungen Kosten, die wirtschaftlich kaum vertretbar sind. Wenn mehrere Tanks mit mehreren Befüll-, Entleer- und Reinigungsleitungen verbunden werden sollen, kommt normalerweise eine Ventilmatrix zum Einsatz.

Verzicht auf T-Stücke

Abzweigungen (T-Stücke) sind möglicherweise durch Taktungen cip-fähig; häufig verlängert sich dadurch die Reinigungs- und Spülzeit erheblich. Die Reinigungsmittelmengen, Mischphasen und Spülwassermengen werden fast immer deutlich erhöht. Nach dem Stand der Technik kann auf T-Stücke in einem Rohrleitungssystem vollständig verzichtet werden.

Was setzt man aber statt einer Kombination von T-Stücken und Absperrventilen nun sinnvollerweise ein? Block-and-bleed Anordnungen oder Leckagescheibenventile können Doppeldicht- oder Doppelsitzventile, die als reine Absperrventile verwendet werden, möglicherweise ersetzen. Doppeldicht- oder Doppelsitzventile als reine Absperrventile (Stoppventile) werden in Anlagen ähnlich häufig benötigt wie Brembo-Bremsanlagen in historischen 40 PS Kleinwagen. Bei sinnvollen Anwendungen weisen die Gehäuse von Doppelsitzdichtventilen durchschnittlich mehr als einen Anschluss pro Gehäuse auf.

Wann setzt man aber nun Doppeldicht- und wann Doppelsitzventile ein? Sollten leckagefreischaltende Doppelsitzventile eingesetzt werden, welche Vor- und welche Nachteile haben sie?



Ventilmatrix mit historischen Doppelsitzventilen (zylindrische Gehäuse).

Bereich der Stangenabdichtung verlangten Spülanschlüsse, um die Folgen konstruktiver Mängel zu minimieren. Zylindrische Gehäuse waren weniger druckbeständig und rissen bei hoher Belastung auf.

Wenn bei diesen klassischen Doppelsitzventilen (die nach oben öffnen) im oberen Gehäuse ein zu hoher Druck auftritt, wird der obere Teller in den Sitz gepresst. Unter Umständen reicht die Größe des Antriebs nicht aus, das Ventil zu öffnen, solange dieser unzulässig hohe Druck ansteht. Wenn im unteren Gehäuse ein zu hoher Druck auftritt, wird der untere Ventilteller angehoben und das im unteren Gehäuse befindliche Produkt tritt über die Leckageöffnung aus.

Um die Kosten für Doppelsitzventile zu senken, wurden sogenannte Gas-/CIP-Ventile eingeführt, bei denen eine Leckage über ein Rohr auf der Antriebsseite austritt. Diese Ventile werden, wie der Name bereits sagt, nicht für Produkt eingesetzt. Sie besitzen nur ein Ventilgehäuse.

Eine andere Entwicklung zur Kostensenkung ist das Doppeldichtventil, das auch mit nur einem Ventilgehäuse ausgestattet sein kann. Das Doppeldichtventil hat nur einen Ventilteller; dieser wird jedoch an zwei Stellen (ähnlich einem Doppelsitzventil) abgedichtet. Zwischen diesen Dichtungen befindet sich ein fester Leckageraum, der ähnlich einer block-and-bleed Anordnung über separate Leckage-/Spülventile geschaltet wird. Der Antrieb muss nur einen Teller bewegen und ist deshalb entsprechend einfach aufgebaut.

In der Regel öffnet das Doppeldichtventil in Richtung Antrieb, es hat axiale Dichtungen und einen Anschlag in der Zu-Stellung. Wenn das Doppeldichtventil durch einen unzulässigen Überdruck aufgedrückt wird, können feindliche Medien sich miteinander vermischen. Die Einbaulage ist nahezu beliebig, solange eine Leckage über ein Leckageventil frei abfließen kann. Die beliebige Einbaulage ist der wesentliche technische Vorteil, so kann es z. B. auch seitlich in eine Tankwand eingebaut werden. Außer für solche Sonderfälle konnte sich das Doppeldichtventil in Europa nicht durchsetzen.

Funktion und Notwendigkeit von Balancern

Unzulässige Drücke können z. B. ausgeschlossen werden, wenn sich ein Ventilgehäuse ohne weitere Absperrvorrichtung direkt an einem Tank befindet. In Rohrleitungen können beispielsweise durch schnell schließende Ventile oder

Werden Balancer im oberen, im unteren oder in beiden Gehäusen benötigt? Braucht man eine obere und/oder untere Ventilsitzreinigung, sind Stangenspülungen sinnvoll? Wann setzt man welches Wechselventil und wann Doppelsitz-Wechselventile ein?

Doppeldicht- und Doppelsitzventile

Die ersten Doppelsitzventile öffneten nach unten. Da Sitzventile gegen die Strömungsrichtung schließen (sollten), war bei diesen Ventilen die Strömungsrichtung von oben nach unten. Insbesondere bei hochviskosen Produkten, wie z. B. Tomatenketchup konnte durch Ausblasen der Leitung eine nennenswerte Menge an Produkt zurückgewonnen werden.

Bei dünnflüssigen Medien wird üblicherweise das Produkt mit Wasser ausgeschoben, sodass das Nach-Unten-Öffnen keinen Vorteil darstellte. Da diese Ventile ein axiales Dichtsystem aufwiesen, mussten die Ventilteller nach unten demontiert werden. Von wenigen Ausnahmen abgesehen wur-

den diese Konstruktionen bereits Ende der 1960-er/Anfang der 1970-er Jahre durch Doppelsitzventile ersetzt, die nach oben öffneten.

Diese neueren Konstruktionen wiesen eine deutlich verbesserte Reinigungsfähigkeit auf, waren wartungsfreundlicher und zuverlässiger. Der Marktführer zeichnete sich durch folgende Hauptmerkmale aus: Kugelgehäuse für hohe Druckstoßfestigkeit, weder Dom noch Toträume im Produktraum, metallischer Anschlag zwischen Ventilteller und Sitz für definierte Dichtungspressung, wirkungsvolle Leckageraumpülung.

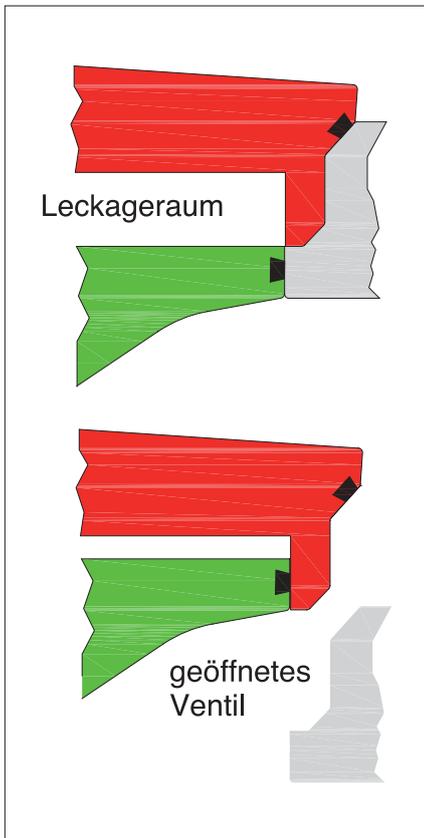
Wettbewerbsprodukte hatten in der Regel keinen metallischen Anschlag oder einen „Alibianschlag“ im Antrieb, der seine Funktion wegen der Fertigungstoleranzen und der Wärmeausdehnung der Ventilstange nicht erfüllen konnte. Ohne funktionsfähigen metallischen Anschlag stieg die Belastung der Dichtung deutlich an und Verschmutzungen wurden regelrecht eingepresst. Ventilsitzanlüftungen waren teilweise notwendig, um Verschmutzungen zu beseitigen. Ungünstige Lösungen im



Sonderpaneele ohne ungenutzte Koppelbögen und ohne unbenutzte Stützen.

durch sich erwärmende eingesperrte Flüssigkeiten sehr hohe, unvorhergesehene Drücke auftreten. Um ein hierdurch entstehendes Aufdrücken zu vermeiden, werden Balancer eingesetzt.

Ein Balancer ist einfach ausgedrückt eine Erweiterung der Ventilstange auf exakt dieselbe Projektionsfläche die der Ventilteller aufweist, damit die Drücke, die auf den Ventilteller eine Kraft ausüben, genau dieselbe Kraft in entgegengesetzter Richtung ansetzen, sodass die Kräfte vollständig ausgeglichen, „ausbalanciert“ sind.



Beispielskizze eines leckagefreischaltenden Doppelsitzventils. Der untere Teller (grün) dichtet radial, beim Öffnen fährt er in den oberen (axial dichtenden) Teller (rot) (mit metallischem Anschlag) und dichtet den Leckageraum ab, danach öffnen beide Teller gemeinsam das Ventil (untere Skizze).

Bei Doppelsitzventilen mit axialer Abdichtung (Anschlag) kommen Balancer in der Regel nicht, und wenn doch, dann nur im unteren Gehäuse zum Einsatz. Bei einer fachmännischen Planung und Ausführung treten unzulässige Drücke praktisch nie auf. Da im Fehlerfall bei diesen Ventilen eine Leckage auftritt und keine Vermischung von Produkten stattfinden kann, ist der Einsatz eines Balancers weder technisch noch wirtschaftlich angeraten.

Wenn ein Doppelsitzventil mit axialer Dichtung öffnet, hebt sich zunächst der untere Teller aus dem Sitz, fährt

auf den oberen Teller auf, dichtet nun den Leckageraum ab und beide Teller öffnen nun gemeinsam das Ventil. In der Zeit, in der der untere Teller den Sitz verlassen und den oberen noch nicht erreicht hat, besteht eine offene Verbindung zwischen dem Leckageraum und dem unteren Ventilgehäuse, wodurch die Schaltleckage entsteht. Wertmäßig ist die Schaltleckage in der Regel zu vernachlässigen. Für das Wegspülen der Schaltleckage wird jedoch Spülwasser benötigt.

Zur Vermeidung einer Schaltleckage muss der untere Teller während der Fahrt zum oberen Teller das untere Gehäuse zum Leckageraum hin kontinuierlich abdichten. Hierfür ist eine radiale Abdichtung notwendig, die beim Öffnen und Schließen über die Wandung gleitet, um die Abdichtung zu gewährleisten. Erste Versuche Ende der 1980-er Jahre mit radialen Dichtungen verliefen unbefriedigend, da der Dichtungsverschleiß erheblich höher war, als bei axial dichtenden Ventilen.

Wenn ein schaltleckagefreischaltendes radial dichtendes Ventil durch einen zu hohen Druck im unteren Gehäuse aufgedrückt wird, entsteht keine Leckage, sodass der untere Ventilteller auch den oberen Ventilteller anheben kann und eine Vermischung stattfinden würde. Deshalb ist das untere Gehäuse, von wenigen Ausnahmen abgesehen, immer mit einem Balancer auszurüsten. Die meisten leckagefreischaltenden Ventile weisen am oberen Ventilteller eine unproblematischere axiale Dichtung auf.

Ein Hersteller rüstet beide Ventilteller mit radialen Dichtungen aus, um das Ventil nach unten öffnen zu können. Da hier ein Anschlag im Antrieb ein Aufdrücken nach oben verhindert, muss hier der Balancer im oberen Gehäuse angeordnet werden, um dieselbe Sicherheitsfunktion zu realisieren wie bei nach oben öffnenden Ventilen.

Wechsel- oder Umschaltventile werden in der Regel als Einsitzventile eingesetzt. Es gibt Doppelsitzwechselventile als Verteilventile, wobei hier ein Gehäuse mit Doppelsitz und das andere mit Einzelsitz gedichtet wird. Vor deren Einsatz sollte der Wartungsaufwand geklärt werden, denn selbst Fachleuten fällt die Demontage und Montage dieser Ventile nicht immer leicht.

Fazit

Auch wenn nur wenige in der Lage sind eine optimale Anlage zu planen und zu bauen, so können doch sehr viele verschiedene Lösungen zu einer technisch und wirtschaftlich befriedigenden Lösung führen. □