

3. Grundlagen Pneumatik [1]

In diesem Kapitel werden die allgemeinen Grundlagen der Pneumatik, der Einsatz von pneumatischen und elektropneumatischen Steuerungen, sowie die Ansteuerung von elektropneumatischen Elementen mittels einer SPS in Anlehnung an die im Literaturverzeichnis unter den Punkten 1 - 4 aufgeführte Literatur beschrieben.

Vorteile der Pneumatik

- Menge: Luft ist praktisch überall in unbegrenzter Menge verfügbar
- Transport: Luft kann sehr einfach in Rohrleitungen über weite Strecken transportiert werden
- Speicherfähigkeit: Druckluft kann in einem Druckbehälter gespeichert und von dort entnommen werden. Der Druckbehälter kann zusätzlich noch transportabel sein.
- Temperatur: Druckluft ist nahezu unempfindlich gegen Temperaturschwankungen. Dies garantiert einen zuverlässigen Betrieb selbst unter extremen Bedingungen.
- Sicherheit: Druckluft bietet kein Risiko in Bezug auf Feuer- oder Explosionsgefahr.
- Sauberkeit: Nichtgeölte entweichende Druckluft verursacht keine Umweltverschmutzung.
- Aufbau: Die Arbeitselemente sind einfach in ihrem Aufbau und daher preiswert.
- Geschwindigkeit: Druckluft ist ein schnelles Arbeitsmedium. Es können hohe Kolbengeschwindigkeiten und kurze Schaltzeiten erzielt werden.
- Überlastsicherheit: Pneumatische Werkzeuge und Arbeitselemente können bis zum Stillstand belastet werden und sind somit überlastsicher.

Nachteile der Pneumatik

- Aufbereitung: Druckluft muss aufbereitet werden, da sonst die Gefahr erhöhten Verschleißes der Pneumatikkomponenten durch Schmutzpartikel und Kondenswasser besteht.
- Verdichtung: Mit Druckluft ist es nicht möglich, gleichmäßige und konstante Kolbengeschwindigkeiten zu erzielen.
- Kraft: Druckluft ist nur bis zu einem bestimmten Kraftbedarf wirtschaftlich. Bei dem normalerweise verwendeten Betriebsdruck von 6 bis 7 bar und in Abhängigkeit von Hub und Geschwindigkeit liegt diese Grenze zwischen 40 und 50 kN.
- Abluft: Das Entweichen der Luft ist mit hoher Geräusentwicklung verbunden. Dieses Problem kann aber weitgehend durch schallabsorbierende Materialien und Schalldämpfer gelöst werden.

Wegeventile

Das Wegeventil wird durch die Anzahl der Anschlüsse, die Anzahl der Schaltstellungen und den Durchflussweg dargestellt. Um Fehlanlüsse zu vermeiden, werden alle Ein- bzw. Ausgänge eines Ventils gekennzeichnet. Auf der folgenden Seite werden verschiedene Ventile mit der Anzahl der Schaltstellungen sowie die Anzahl der Anschlüsse pro Schaltstellung dargestellt.

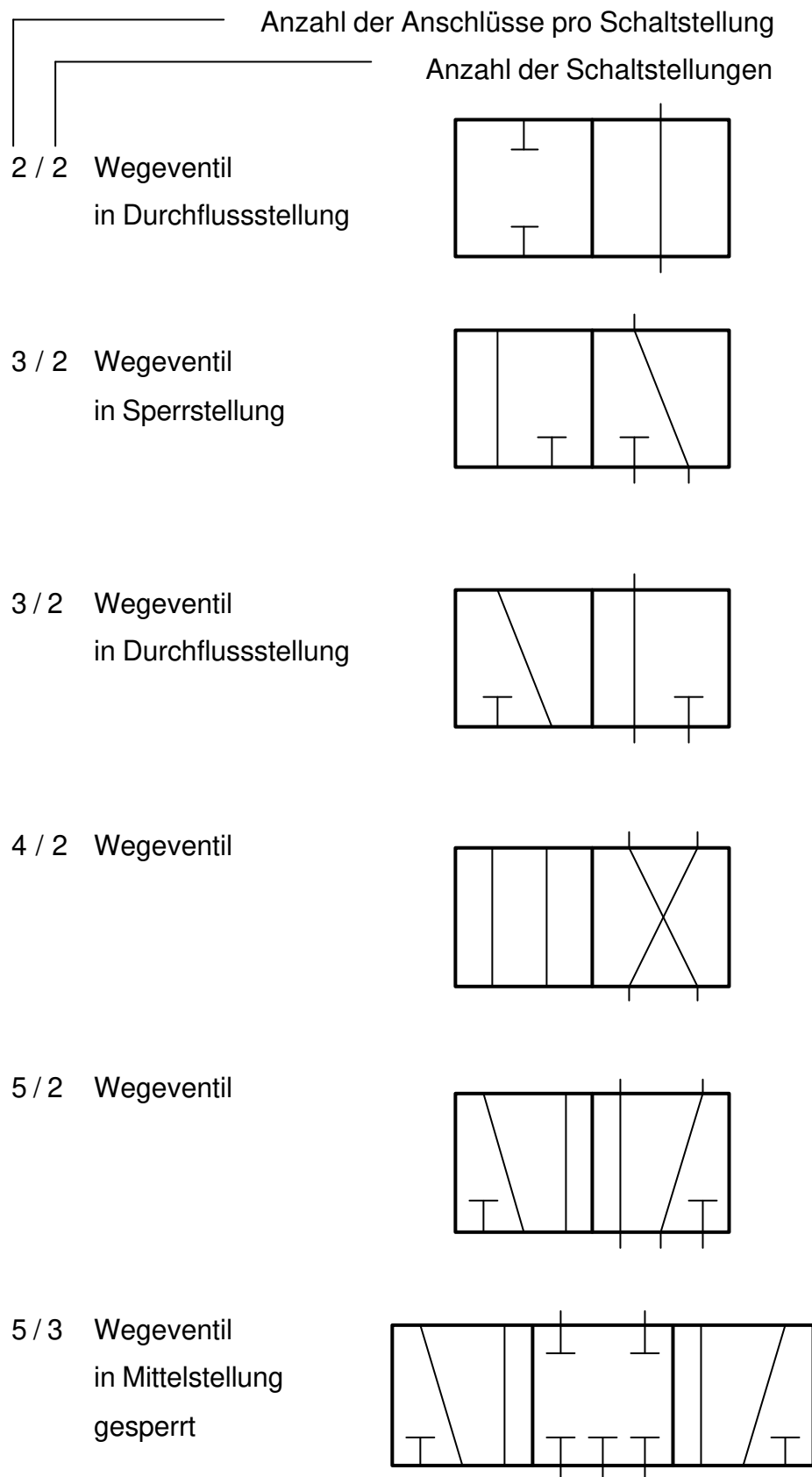


Abb. 3.1: Wegeventile

3.1 Vollpneumatische Steuerungen [1]

Die vollpneumatischen Steuerungen sind heutzutage größtenteils von den elektropneumatischen Steuerungen vom Markt verdrängt worden und beschränken sich nur noch auf wenige, spezielle Anwendungen. Nachstehend ein Schaubild vom Signalfluss und den Bauelementen einer vollpneumatischen Schaltung.

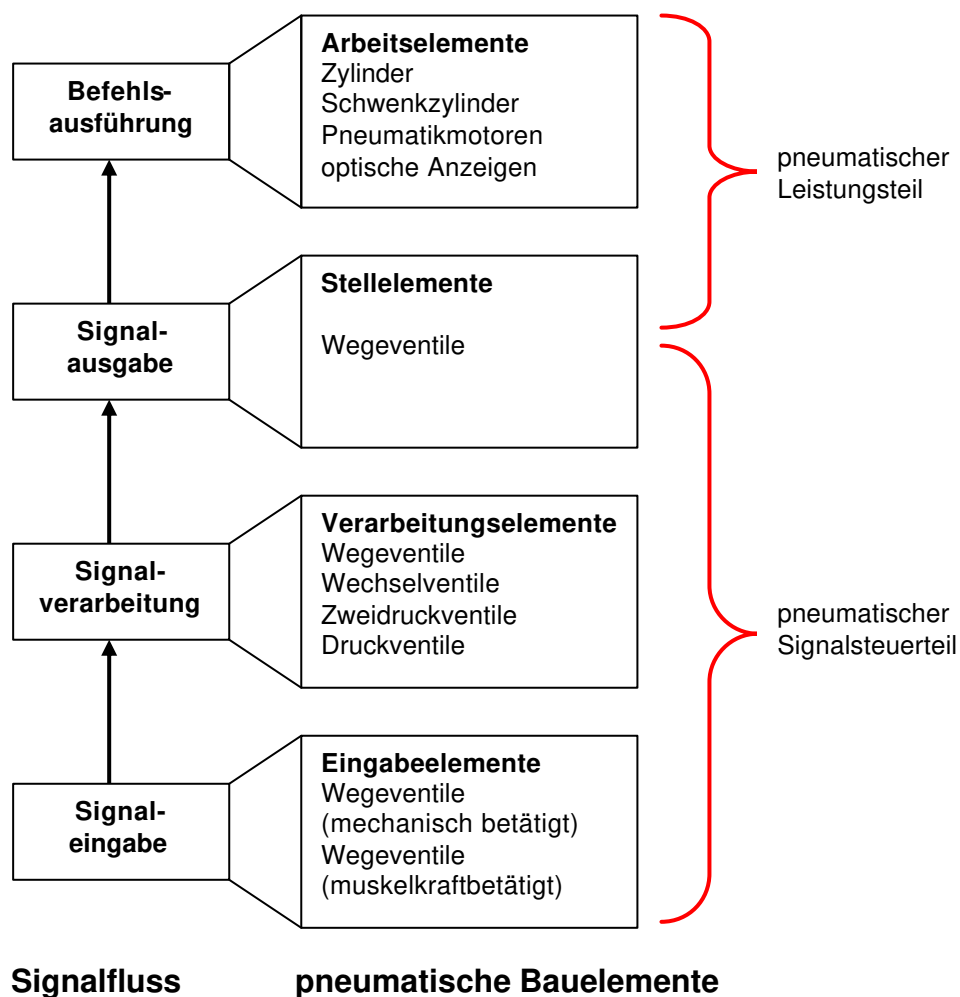
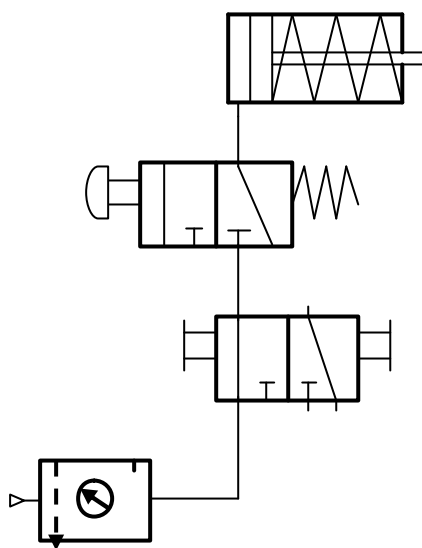


Abb. 3.2: Signalfluss und Bauelemente einer pneumatischen Steuerung [1]

Pneumatischer Schaltplan

In diesem Abschnitt wird anhand eines Beispiels [Abb. 3.3] die Funktionsweise einer vollpneumatischen Steuerung mit Hilfe eines pneumatischen Schaltplans beschrieben.



Bei Betätigung des Tasters am oberen 3/2 Wegeventil strömt die Luft in den Kolbenraum des Zylinders. Der sich aufbauende Druck bewegt den Kolben gegen die Kraft der Kolbenrückstellfeder nach vorn. Bei Freigabe des Drucktasters setzt die Ventilfeder das 3/2 Wegeventil wieder in die Ausgangsstellung, die Kolbenstange fährt ein.

Abb.3.3: Pneumatischer Schaltplan

Wege-Diagramme

Das Weg-Schritt-Diagramm und das Weg-Zeit-Diagramm sind Bewegungsdiagramme. Das Weg-Schritt-Diagramm [Abb.3.4] wird für die schematische Darstellung des Bewegungsablaufes verwendet und gibt die Arbeitsfolge von Arbeitselementen wieder. Der Weg wird in Bezug zur Schrittfolge dargestellt.

Besteht ein Steuerungssystem aus mehr als einem Arbeitselement, so werden deren Wege untereinander gezeichnet. Über einen Vergleich der Schritte kann man einen Bezug zwischen den Wegen der einzelnen Arbeitselemente herstellen.

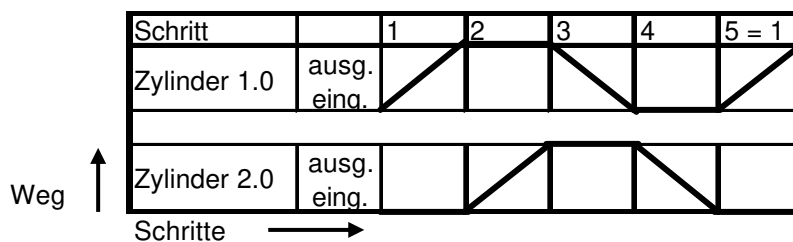


Abb. 3.4: Weg-Schritt-Diagramm

Das in Abbildung 3.4 gezeichnete Diagramm zeigt die Wege der zwei Zylinder 1.0 und 2.0. In Schritt eins fährt die Kolbenstange des Zylinders 1.0 aus, die Kolbenstange des Zylinders 2.0 fährt in Schritt zwei aus. Die Kolbenstange des Zylinders 1.0 fährt in Schritt drei wieder ein und im vierten Schritt fährt die Kolbenstange des Zylinders 2.0 wieder ein. Der fünfte Schritt entspricht dem ersten Schritt.

Bei dem Weg-Zeit-Diagramm [Abb.3.5] wird der Weg in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen.

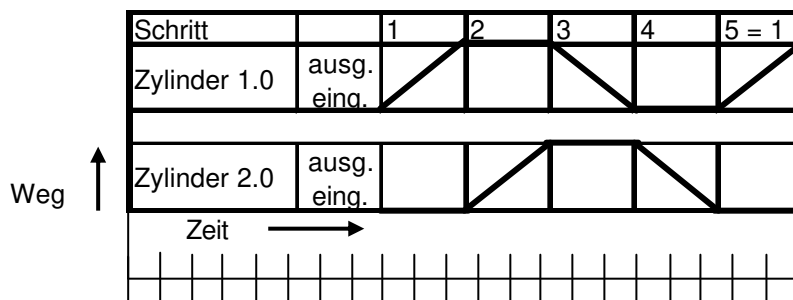


Abb. 3.5: Weg-Zeit-Diagramm

Gefahren und Schutzmaßnahmen

Um den gefahrlosen Betrieb von pneumatischen Steuerungen sicherzustellen, sind zahlreiche Schutzmaßnahmen erforderlich.

Eine Gefahrenursache sind bewegte Maschinen- und Anlagenteile. Bei einer pneumatischen Presse muss z.B. verhindert werden, dass die Finger, bzw. Hände des Bedieners eingeklemmt werden. Das auf der nächsten Seite folgende Diagramm gibt eine Übersicht über Gefahrenquellen und geeignete Schutzmaßnahmen.

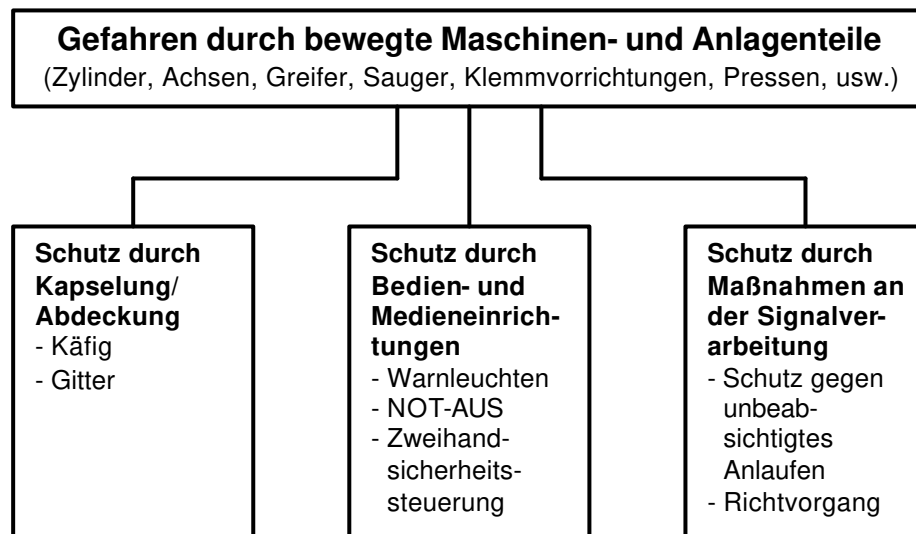


Abb.3.6: Bewegte Maschinen- und Anlagenteile, Gefahrenquellen und Schutzmaßnahmen

3.2 Elektropneumatische Steuerungen [1, 2, 4]

Elektropneumatische Steuerungen weisen verglichen mit vollpneumatischen Steuerungen, folgende Vorteile auf:

- höhere Zuverlässigkeit (weniger Verschleißbehaftete, mechanisch bewegte Bauelemente)
- verringerter Planungs- und Inbetriebnahmeaufwand, insbesondere bei umfangreichen Steuerungen
- verringerter Installationsaufwand, insbesondere wenn moderne Baueinheiten, wie z.B. Ventilinseln eingesetzt werden
- einfacherer Austausch von Informationen zwischen mehreren Steuerungen

Heute haben sich elektropneumatische Steuerungen in der industriellen Praxis auf breiter Basis durchgesetzt. Der Einsatz vollpneumatischer Steuerungen beschränkt sich auf wenige, spezielle Anwendungen.

Nachstehend ein Schaubild vom Signalfluss und den Bauelementen einer elektropneumatischen Schaltung.

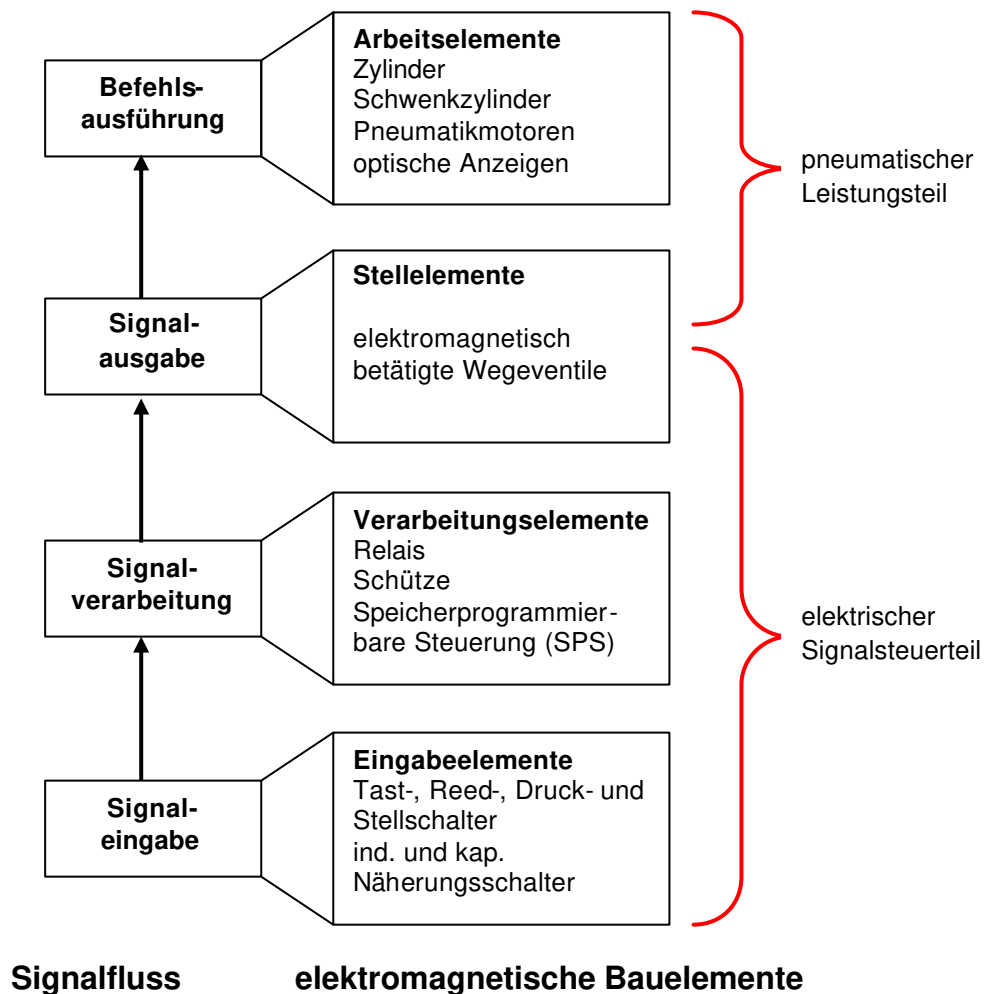


Abb. 3.7: Signalfluss und Bauelemente einer elektropneumatischen Steuerung

Eine elektropneumatische Steuerung arbeitet mit zwei unterschiedlichen Energieträgern:

- mit elektrischer Energie im Signalsteuerteil
- mit Druckluft im Leistungsteil

Die elektrisch betätigten Wegeventile bilden die Schnittstelle zwischen beiden Teilen einer elektropneumatischen Steuerung. Sie werden durch die Ausgangssignale des Signalsteuerteils geschaltet und sperren bzw. öffnen Verbindungen im pneumatischen Leistungsteil. Zu den wichtigsten Aufgaben elektrisch betätigter Wegeventile gehören:

- das Zuschalten und Absperrn der Druckluftversorgung
- das Ein- und Ausfahren von Zylinderantrieben.

Schaltpläne

Im Gegensatz zu vollpneumatischen Steuerungen wird die elektropneumatische Steuerung nicht in einem einzigen Gesamtschaltplan dargestellt, sondern in mindestens zwei getrennten Schaltplänen, zum einen für den elektrischen Teil [Abb. 3.9, 3.10], zum anderen für den pneumatischen Teil [Abb. 3.8]. Der Signalfluss ist deshalb nicht direkt aus der Anordnung der Bauelemente im Gesamtschaltplan zu erkennen.

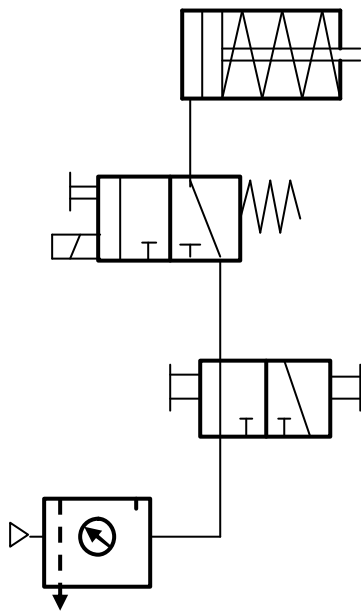


Abb. 3.8: Vollpneumatischer Schaltplan

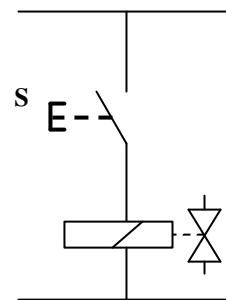


Abb. 3.9: Elektrischer Schaltplan für direkte Steuerung

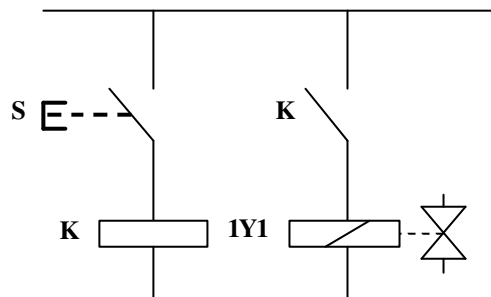


Abb. 3.10: Elektrischer Schaltplan für indirekte Steuerung

SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung)

Speicherprogrammierbare Steuerungen werden zur Signalverarbeitung bei Binärsteuerungen eingesetzt. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung einer SPS, wenn eine Binärsteuerung mit zahlreichen Eingangs- und Ausgangssignalen und umfangreichen Signalverknüpfungen realisiert werden muss.

Die Abbildung 3.11 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer SPS. Hauptbestandteil ist ein Mikroprozessorsystem. Durch Programmierung des Mikroprozessors wird festgelegt,

- welche Steuerungseingänge (E1, E2, usw.) in welcher Reihenfolge eingelesen werden,
- wie diese Eingangssignale verknüpft werden,
- auf welche Ausgänge (A1, A2, usw.) die Ergebnisse der Signalverarbeitung ausgegeben werden.

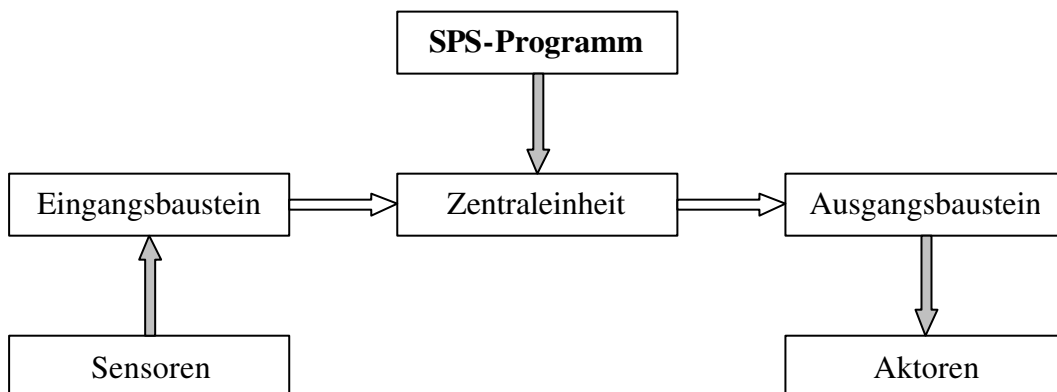


Abb. 3.11: Systemkomponenten einer SPS

Bei einer SPS wird das Verhalten der Steuerung demnach nicht durch die Verschaltung von elektrischen Bauelementen (=Hardware), sondern durch ein Programm (=Software) bestimmt.

Gefahren und Schutzmaßnahmen

Um den gefahrlosen Betrieb vom pneumatischen Teil einer elektropneumatischen Steuerung sicherzustellen, sind die unter dem Punkt 3.1 genannten und in Abbildung 3.6 aufgeführten Gefahren und Schutzmaßnahmen zu beachten.

Weitere Gefahren gehen vom elektrischen Strom aus. Diesbezügliche Gefahren und Schutzmaßnahmen sind im nachfolgenden Diagramm zusammengefasst.

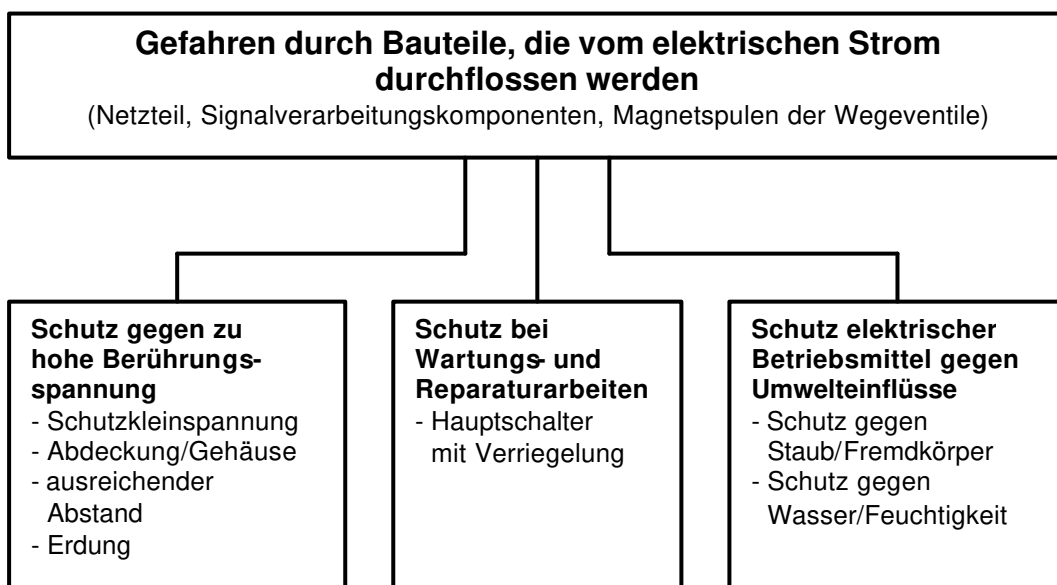


Abb. 3.12: Elektrischer Strom: Gefahrenquellen und Schutzmaßnahmen

Um eine Gefährdung des Bedienpersonals weitestmöglich auszuschließen, müssen beim Aufbau elektropneumatischer Steuerungen zahlreiche Sicherheitsvorschriften und Normen eingehalten werden. Nachfolgend sind die wesentlichen Normen zum Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stromes aufgelistet:

- Schutzmaßnahmen bei Starkstromanlagen bis 1000 V (DIN VDE 0100)
- Bestimmungen über die elektrische Ausrüstung und Sicherheit von Maschinen (DIN / EN 60204)
- Schutzarten der verwendeten elektrischen Betriebsmittel (DIN VDE 470-1)

Die Komponenten von elektropneumatischen Steuerungen wurden in den letzten Jahren ständig verbessert. Zahlreiche neue Produkte, wie z.B. Ventilinseln wurden auf den Markt gebracht. Auch in Zukunft wird diese Entwicklung weiter voranschreiten. Die wichtigsten Zielsetzungen bei allen Neu- und Weiterentwicklungen in der Elektropneumatik sind:

- Senkung der Gesamtkosten einer elektropneumatischen Steuerung,
- Verbesserung ihrer Leistungsdaten,
- Erschließung neuer Anwendungsgebiete.



Abb.3.13: Kostenreduzierung bei elektropneumatischen Steuerungen

In diesem Kapitel wurden die Grundlagen der Pneumatik detailliert beschrieben. Dazu gehören z.B. eine Beschreibung der verschiedenen Ventiltypen, sowie eine Auflistung der Vor- und Nachteile beim Einsatz pneumatischer und elektropneumatischer Komponenten im Maschinenbau und eine kurze Funktionsbeschreibung einer SPS-Steuerung.

Weiterhin wurden mögliche Arten zur Ansteuerung von pneumatischen Komponenten beschrieben. Die differenzierten Möglichkeiten sind zum einem eine pneumatische und zum anderem eine elektropneumatische Steuerung, wobei sich anmerken lässt, dass die elektropneumatische Steuerung heutzutage weitestgehend durch eine SPS geschaltet wird.

Um einen Einblick über die Gefahren und Schutzmaßnahmen von pneumatischen und elektropneumatischen Bauteilen zu bekommen, wurden diese aufgeführt und beschrieben.

Abschließend lässt sich eindeutig sagen, dass sich die elektropneumatische Steuerung bis auf wenige, spezielle Anwendungen gegenüber der pneumatischen Steuerung im Bereich Maschinenbau eindeutig durchgesetzt hat.