

# HANSER

Stefan Hesse, Heinrich Krahn, Dieter Eh

Betriebsmittel Vorrichtung

Grundlagen und kommentierte Beispiele

ISBN: 978-3-446-43077-8

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-43077-8>

sowie im Buchhandel.

- Passungsbohrungen und Feinbearbeitungen an geschweißten Bauteilen können prinzipiell erst nach dem Schweißen gefertigt bzw. vorgenommen werden.
- Wegen geringer Prozesskräfte werden bei Schweißvorrichtungen nur kleine Spannkkräfte benötigt. Oft kann sogar auf Spannelemente verzichtet werden.
- Die Starrheit der Schweißbaugruppe soll möglichst erst mit der letzten Schweißnaht erreicht werden. Je weniger Nähte auszuschweißen sind, desto kleiner sind bekanntlich die Spannungen, Schrumpfungen und Verwerfungen.

### **Drehspannvorrichtungen**

- Die Vorrichtungen unterliegen hohen Belastungen, weil sich Bearbeitungs- und Fliehkräfte addieren. Deshalb sind Festigkeit (geschweißte Grundkörper) und Befestigung sorgfältig zu dimensionieren. Alle Berechnungen müssen von den ungünstigsten Kräfteverhältnissen ausgehen.
- Fliehkräfte sollten durch einstellbare Gegenmassen ausgeglichen werden können. Einzweck-Spannvorrichtungen sind auszuwuchten.
- Schutzvorrichtungen gegen wegfliegende Teile sind ratsam und sollten sich über elektrische Verriegelung nur bei Stillstand der Maschine öffnen lassen.
- Bei großen Drehzahlen können bestimmte Spannelemente infolge der Fliehkraft in ihrer Spannkraft nachlassen, was nachzuprüfen ist.
- Vorstehende Vorrichtungsteile und solche mit scharfen Kanten sind zu vermeiden.
- Spannelemente müssen selbsthemmend sein (Spannschrauben).

### **Roboterbeschickte Vorrichtungen**

- Alle Vorrichtungsfunktionen müssen automatisch ablaufen, einschließlich der Sensor gestützten Kontrollen.
- Es muss das Einlegen bzw. Entnehmen ein so genannter „Handhabungskanal“ vorhanden sein. Das ist ein kollisionsfreier Zugang zum Werkstück. Oft sind besondere Freiräume für die Greiferbacken vorzusehen.
- Es ist günstig, wenn Bestimm- bzw. Positionierelemente mit Einführhilfen (Schrägen, abgerundete Kanten) versehen sind. Automatische Handhabungseinrichtungen können Bestimmungsvorgänge gegen z.B. räumliche Ecken ausführen und den Anpressdruck bis zum Einsetzen des Spannens aufrechterhalten.
- Die Vorrichtung sollte automatisch gereinigt werden, z.B. mit Druckstrahl (Luft, Spülflüssigkeit), mit Bürstelementen oder mit Saugdüsen.
- Der Einlegevorgang ist erfolgsbestätigt zu kontrollieren, z.B. durch pneumatische Abtastung. Das Bild 2.81 zeigt ein Beispiel. Liegt das Werkstück nicht exakt auf, was der Fall ist, wenn sich Schmutz oder Späne abgelagert haben, dann wird das im Staudrucksignal aus den Düsen-Bestimmelementen ersicht-

lich. Ist der gemessene Abstand z.B. kleiner als 0,05 mm, dann liegt das innerhalb der Toleranz und der Druckschalter spricht nicht an.

- Funktionswichtige Arbeitsparameter, insbesondere Spannkkräfte, sind automatisch zu überwachen. Werden Grenzwerte unterschritten, dann ist eine Notabschaltung des Systems auszulösen.

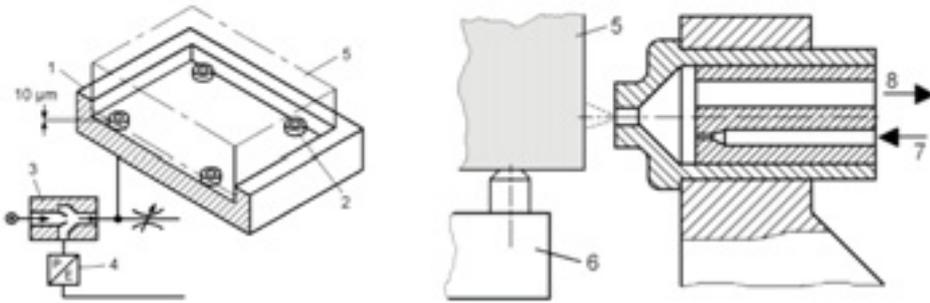
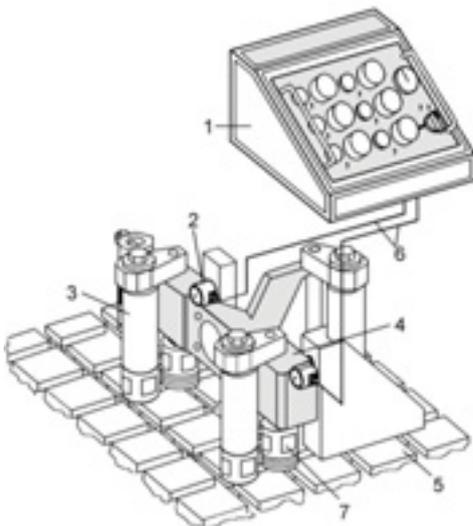


Bild 2.81: Pneumatische Auf- und Anlagekontrolle [2.24]  
links: Auflagekontrolle (Festo), rechts: Anlagekontrolle mit Staudruckdüse, 1 Vorrichtung, 2 Bestimmelement mit integrierter Düse, 3 Ejektordüse, 4 Druckschalter bzw. Drucksensor, 5 Werkstück, 6 Bestimmelement, 7 Speisedruck, 8 Druckluftsignal

Das korrekte Einlegen des Spannobjekts in die Vorrichtung wird bei der Baukasten Vorrichtung in Bild 2.82 an einer Überwachungseinheit angezeigt. Das geschieht pneumatisch mit Hilfe von Positioniersensoren. In Bild 2.83 kann man den Sensor in einer Einbausituation sehen.



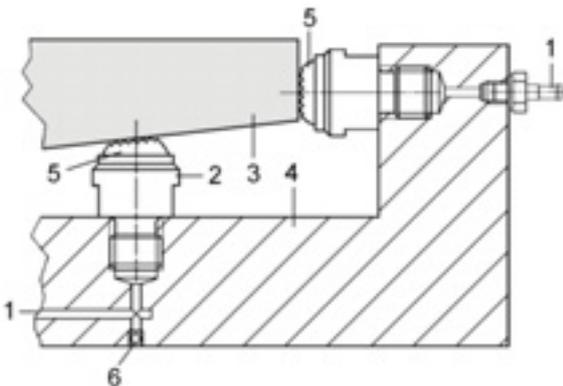
- 1 Überwachungsanzeige
- 2 Positioniersensor
- 3 Schwenkspannmodul
- 4 Werkstück
- 5 Nutspannplatte
- 6 Schlauchsystem
- 7 Auflageelement

Bild 2.82: Baukasten Vorrichtung mit pneumatischer Überwachungseinheit (www.halder.de)

Die Überwachungseinheit kann bis zu sechs Sensoren einzeln auswerten. Anzeige und Betrieb arbeiten ausschließlich mit Druckluft (Eingangsdruck 3 bis 10 bar). Jeder einzelne Sensor ist mit einem Präzisions-Drossel-Rückschlagventil einstellbar. Die Verbindung der pneumatischen Einheiten geschieht mit metallummantelten Schläuchen. Die Positioniersensoren reagieren auf Staudruck und erreichen eine Genauigkeit bei einem Betriebsdruck von 2,5 bar konstant bei 0,005 mm. Das ist im Allgemeinen ausreichend.

Die Auflageflächen des Sensors sind geriffelt und pendelnd oder sie sind ungeriffelt und eben. Bei letzteren liegt die Ansprechzeit im Bereich von 0,015 bis 0,075 mm je nach Oberfläche der vorbearbeiteten Werkstücke. Die Positioniersensoren können auch auf linear- oder bogenförmig einstellbare Halteleisten aufgesetzt werden ([www.halder.de](http://www.halder.de)).

Der Betrieb der Sensorik mit Druckluft ermöglicht den Einsatz derart ausgestatteter Vorrichtungen in explosionsgefährdeter Umgebung, wie sie beispielsweise in der Holzverarbeitenden Industrie (Holzstaub) vorzufinden ist.

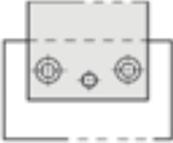
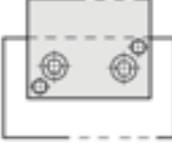
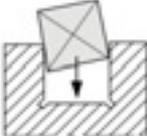


- 1 Druckluftanschluss
- 2 Sensor
- 3 Werkstück
- 4 Vorrichtungsgrundplatte
- 5 geriffelte Pendelauflage
- 6 Dichtstopfen

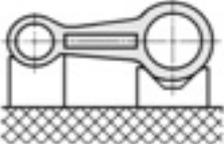
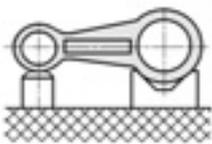
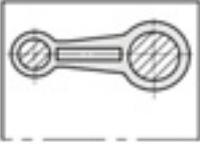
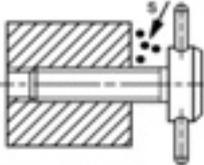
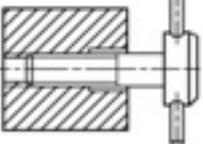
Bild 2.83: Positioniersensor (HALDER)

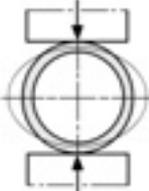
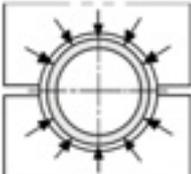
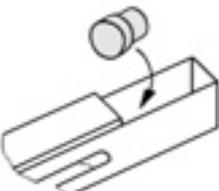
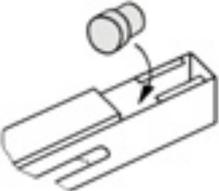
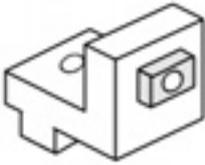
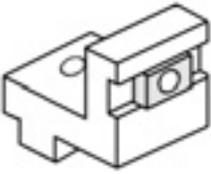
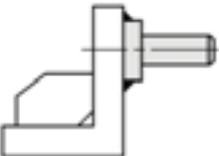
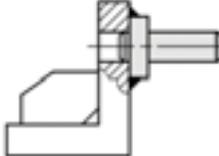
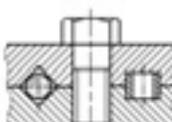
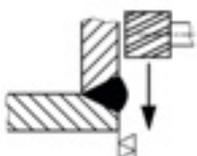
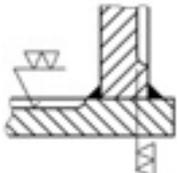
Abschließend werden wichtige Grundsätze nochmals in einer Falsch-Richtig-Gegenüberstellung aufgeführt. Natürlich gibt es immer auch Ausnahmen, wenn es die speziellen Bedingungen erfordern. Die Gestaltung von Vorrichtungen ist immer mit Kompromissen und Zugeständnissen verbunden. Eine kleine Auswahl wird in den Tafeln 2.3 und 2.4 aufgeführt.

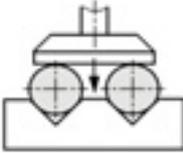
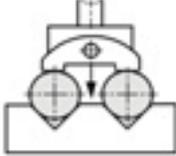
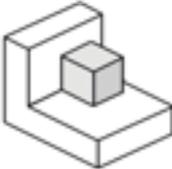
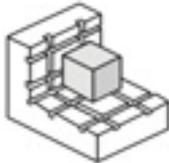
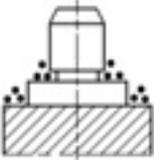
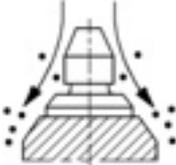
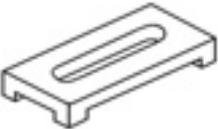
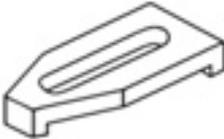
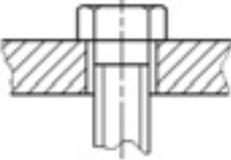
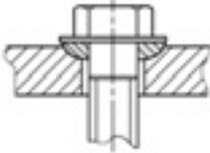
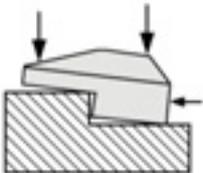
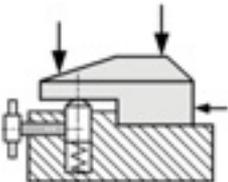
Tafel 2.3: Spezifische Anregungen zur Gestaltung von Vorrichtungselementen

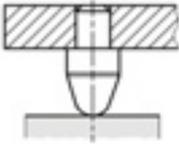
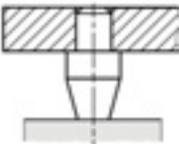
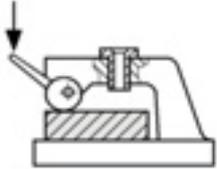
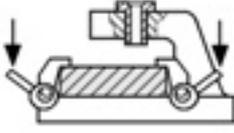
falsch	richtig	Kommentar
		<p>Das Verschrauben von Bauteilen genügt oft nicht. Zur Lagesicherung ist das Verstimfen erforderlich. Die Sicherung muss in zwei Achsen wirksam sein. Die Stifte sind im größtmöglichen Abstand anzuordnen.</p>
		<p>Das Einlegen von Teilen in Formnester soll man durch Vorführungsflächen erleichtern. Einführkegel sind beim Zusammenstecken von Rundteilen vorzusehen. Ziel ist, eine Selbstpositionierung zu unterstützen.</p>
		<p>Zeitlich getrenntes Einführen in Bestimmelemente lässt sich besser ausführen, weil das Anschnäbeln nacheinander erfolgt. Gleichzeitiges Anschnäbeln an mehreren Fügestellen sollte man vermeiden.</p>

Tafel 2.4: Ausführung verschiedener Vorrichtungselemente

falsch	richtig	Kommentar
		<p>Überbestimmungen muss man vermeiden. Aus Toleranzgründen darf der Hebel nur auf einer Seite im Prisma bestimmt werden. Überbestimmung führt zu Fertigungs- bzw. Messfehlern.</p>
		<p>Eine Überbestimmung liegt auch vor, wenn das Pleuel in zwei Bolzen mit engen Toleranzen aufgenommen wird. Deshalb ist ein abgeflachter Positionierstift vorzusehen.</p>
		<p>Vorrichtungsteile soll man weitgehend gegen Schmutz und Späne sichern. Besonders störanfällig sind Gewinde und Führungen. Oft genügt schon, wie gezeigt, eine Senkbohrung.</p>

falsch	richtig	Kommentar
		<p>Dünnwandige Werkstücke werden bei wenigen Kraftangriffspunkten deformiert (abgeplattet). Deshalb sind formerhaltende Spannbacken vorzusehen. Auch die Flächenpressung wird dadurch geringer (Vermeidung von Spanmarken).</p>
		<p>Bei Zuführvorgängen ist die Vorrichtung gegen falsches Einlegen zu sichern, z.B. durch formangepasste Schablonen oder andere mechanisch wirkende Abweiser. Verwechslungssicherheit schützt Werkzeuge und Maschine.</p>
		<p>Anbauteile soll man nicht einfach aufsetzen, sondern einlassen. Dadurch wird eine formpaarige Lagesicherung (hier in einer Achsrichtung) erreicht. Die Aufnahme von vertikalen Kräften wird dadurch wesentlich verbessert.</p>
		<p>Schweißteile sollen möglichst formpaarig im Basisteil ausgerichtet werden, ehe geschweißt wird. Ein Bundbolzen als Anschweißteil ist oft eine günstige Lösung. Man kommt hier ohne Heftschiweißung aus.</p>
		<p>Teile, die zueinander ausgerichtet sein müssen, können mit Kugel- und Kegelsenkung oder mit Buchsen und Flachsenkung gesichert werden. Man erreicht eine hohe Wiederholpositioniergenauigkeit.</p>
		<p>Schweißnähte sollen nicht nachbearbeitet werden. Bleche über 4 mm Dicke sind durch Ansträgen vorzubereiten. Kreuzstöße vermeidet man (starke Schrumpfspannungen). Gehärtete Bauteile dürfen nicht durch Schweißen mit dem Grundkörper verbunden werden.</p>

falsch	richtig	Kommentar
		<p>Bei einer Mehrfachspannung ist wegen der unvermeidlichen Werkstücktoleranzen ein Ausgleich mit mechanischer Kraftverteilung vorzusehen. Eine Alternative wäre die Einzelspannung, z.B. mit einzelnen Einschraub-Hydraulikzylindern.</p>
		<p>Die Auflage von Werkstücken soll in Vorrichtungen nicht auf glatten geschlossenen Flächen erfolgen. Die Flächen werden zweckmäßigerweise durch Schmutzrillen unterbrochen. Die Auflageflächen sind an der Oberfläche zu härten.</p>
		<p>Die Spänebeseitigung soll durch günstige Abgleichwinkel (<math>25^\circ</math> bis <math>45^\circ</math>) unterstützt werden. Die Späne sollen durch einen Luftstrahl oder Flüssigkeitsstrom fortgespült werden. Trotzdem dürfen keine sogenannten „toten“ Ecken dabei entstehen.</p>
		<p>Vier Auflagepunkte neigen zum Kippen. Deshalb verwendet man Spanneisen mit einer 3-Punktauflage. Auch bei unebenen Teilen, z.B. Gussstücken, ergibt sich dann eine einwandfreie Auflage.</p>
		<p>Kugelige Druckscheiben sind besonders bei der Benutzung normaler Spanneisen anzuwenden, um ein einwandfreies Aufliegen des Spannbolzenkopfes zu erreichen. Dadurch werden auch große Flächenpressungen vermieden.</p>
		<p>Das Abstützen von Teilen auf mehrere feste und unterschiedlich hohe Punkte führt zur Überbestimmung. Deshalb werden in solchen Fällen einstellbare Stützpunkte vorgesehen. Die gefederte Stütze ist allerdings nach der Einstellung in ihrer Lage zu sichern (Klemmschraube).</p>

falsch	richtig	Kommentar
		<p>Ballige Vorrichtungsfüße sind zu vermeiden. Sie sollen abgeflacht sein und möglichst weit auseinander stehen. Günstig sind auch Grundplatten mit angepassten Füßen.</p>
		<p>Gusswerkstoffe soll man nicht auf Biegung beanspruchen, sondern vorwiegend nur auf Druck. Die Aufbiegung des Gussständers (links) führt außerdem zur Verlagerung der Bohrachse (-buchse).</p>

## 2.12 Entwerfen mit CAD

Viele Vorrichtungen werden heute mit CAD (*computer aided design*) auf dem Bildschirm entwickelt. Das wird durch die meisten Hersteller von Komponenten, Normteilen und z.B. Schraubverbindungen unterstützt, indem sie ihr Bauteilesortiment zum Download aus dem Internet oder auf CD-ROM digital als Datei z.B. im DXF- oder DWG-Format bereitstellen. Der Konstrukteur kann dann beliebig auf CAD-Bibliotheken zurückgreifen. Als CAD-Programme werden im Vorrichtungs- und Maschinenbaubau für die Konstruktion beispielsweise Solid Edge, Solidworks, Pro/Engineer, Inventor, CATIA und AUTOCAD eingesetzt. Eine Liste der verfügbaren CAD-Programme (Bezeichnung, Branche, Anwendung, Export-Formate) findet sich unter [whhttp://wikipedia/Liste von CAD-Programmen](http://wikipedia/Liste von CAD-Programmen).

Moderne 3D-CAD-Systeme ermöglichen es, die modellierte Vorrichtung ...

- von allen Seiten und in beliebigen Körperschnitten anschauen zu können. Diese Anschaulichkeit ist besonders bei der Montage der Vorrichtung, bei der Besprechung mit den Auftraggebern und beim Testen der Funktion ein großer Vorteil.
- zu explodieren und dann die Montagereihenfolge abzuleiten. Die Darstellung wird aus dem Zusammenbau heraus erzeugt, wobei die Positionen für die Komponenten edidiert werden können.
- in einzelnen Fertigungszeichnungen darzustellen, also aus dem 3D-Modell abzuleiten. Die Datensätze können für die Teilefertigung Verwendung finden.
- die Stücklisten mit oder ohne Kombination mit einem Produktdatenmanagementsystem (PDM) abzuleiten