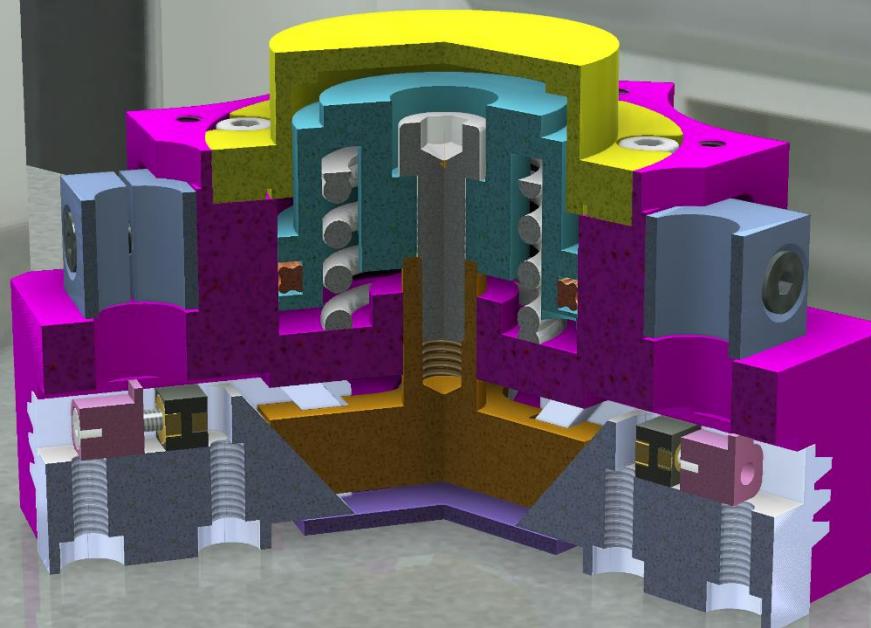
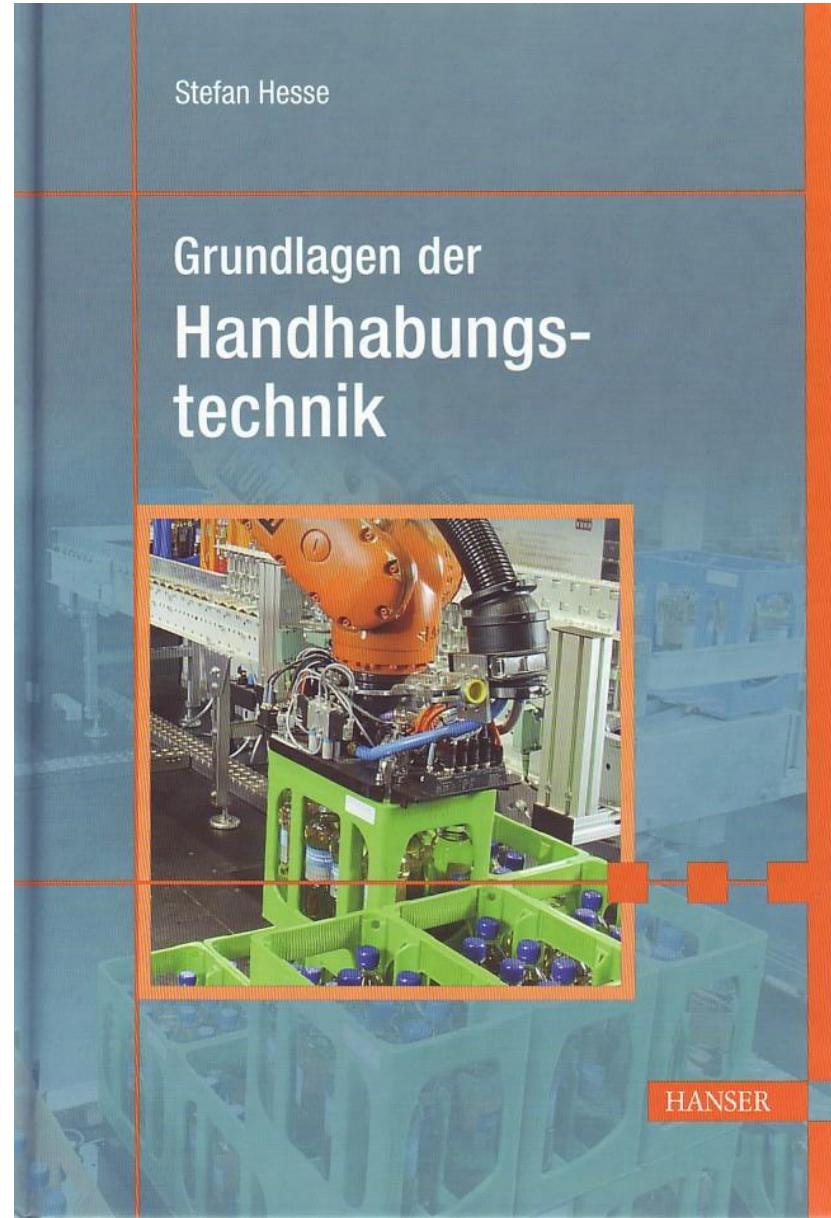


# Konstruieren mit CAD



2. Handhabungstechnik

# Literaturempfehlung



# Funktionen des Montagesystems

## Hauptfunktion

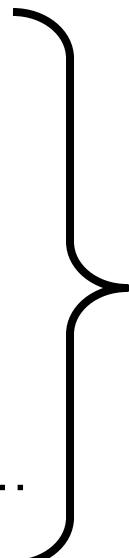
- Bauteile fügen → Stoff leiten und Energie speichern

## Nebenfunktionen

- Bauteile transportieren
- Fügeoperationen überwachen

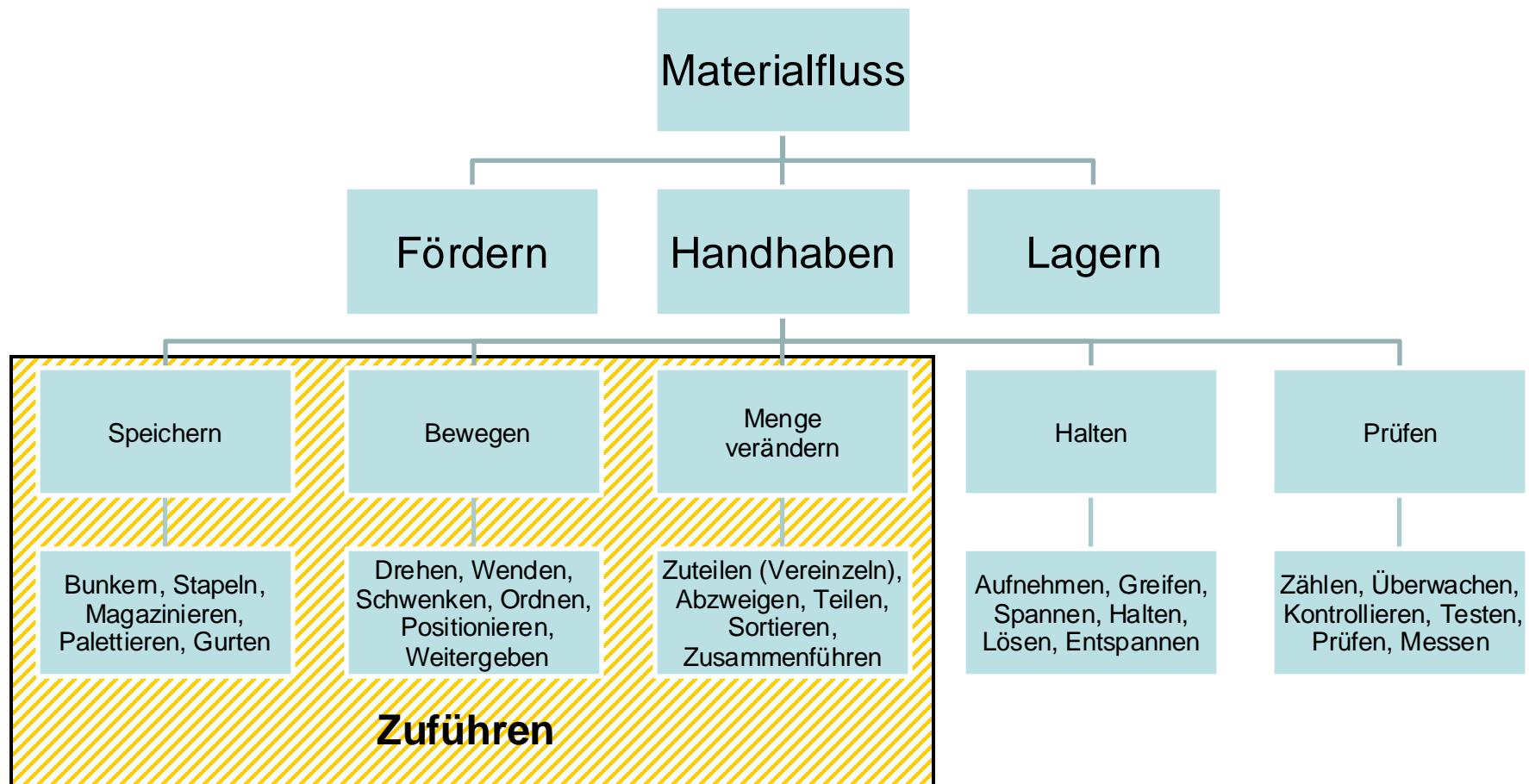
## Teilfunktionen

1. Teil (1) zuführen
2. Teil (2) zuführen
3. Teil (1) und (2) fügen
4. Teil (1+2) transportieren
5. Teil (3) zuführen
6. Teil (1+2) und (3) fügen
7. Teil (1+2+3) transportieren...
8. ...
9. ...?

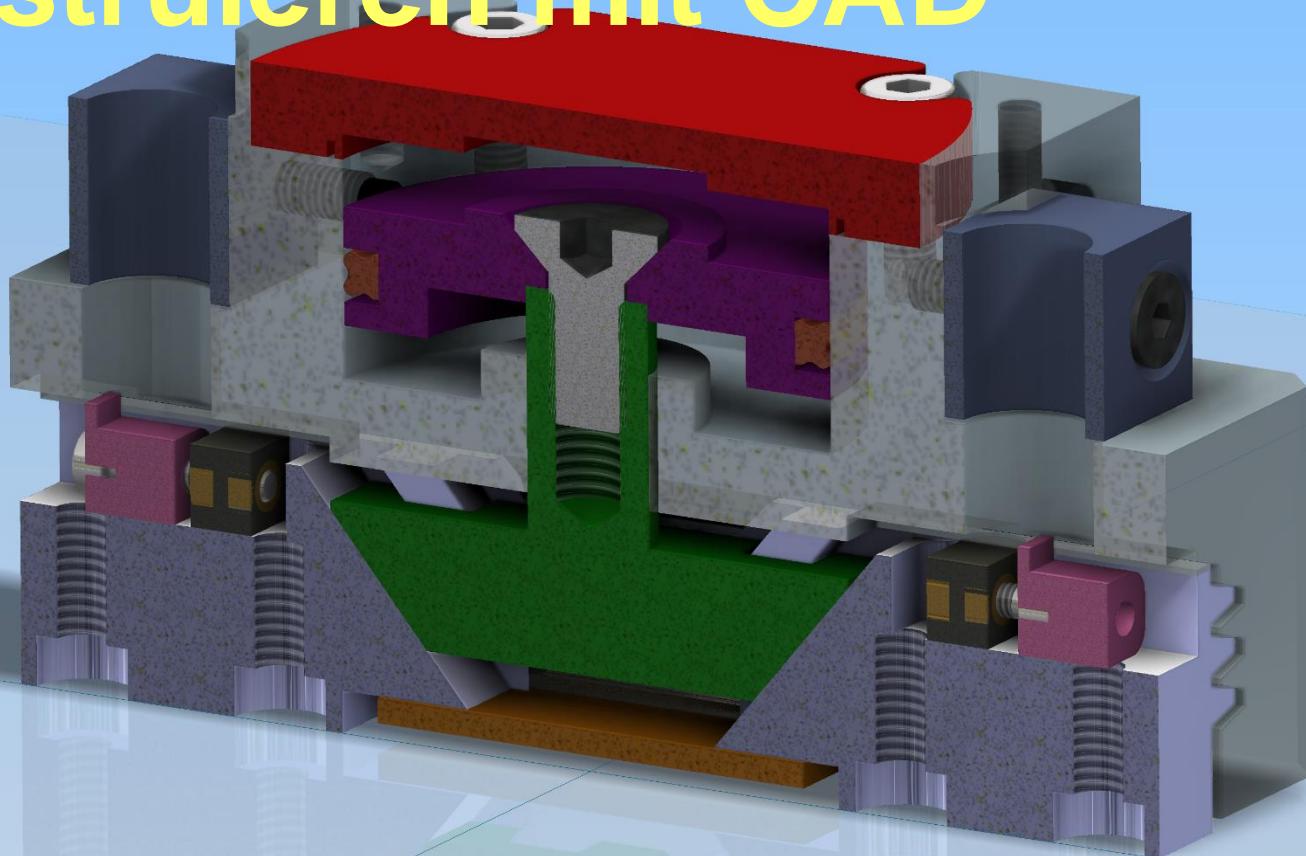


Handhabungsoperationen

# Handhabungstechnik: Einordnung nach VDI

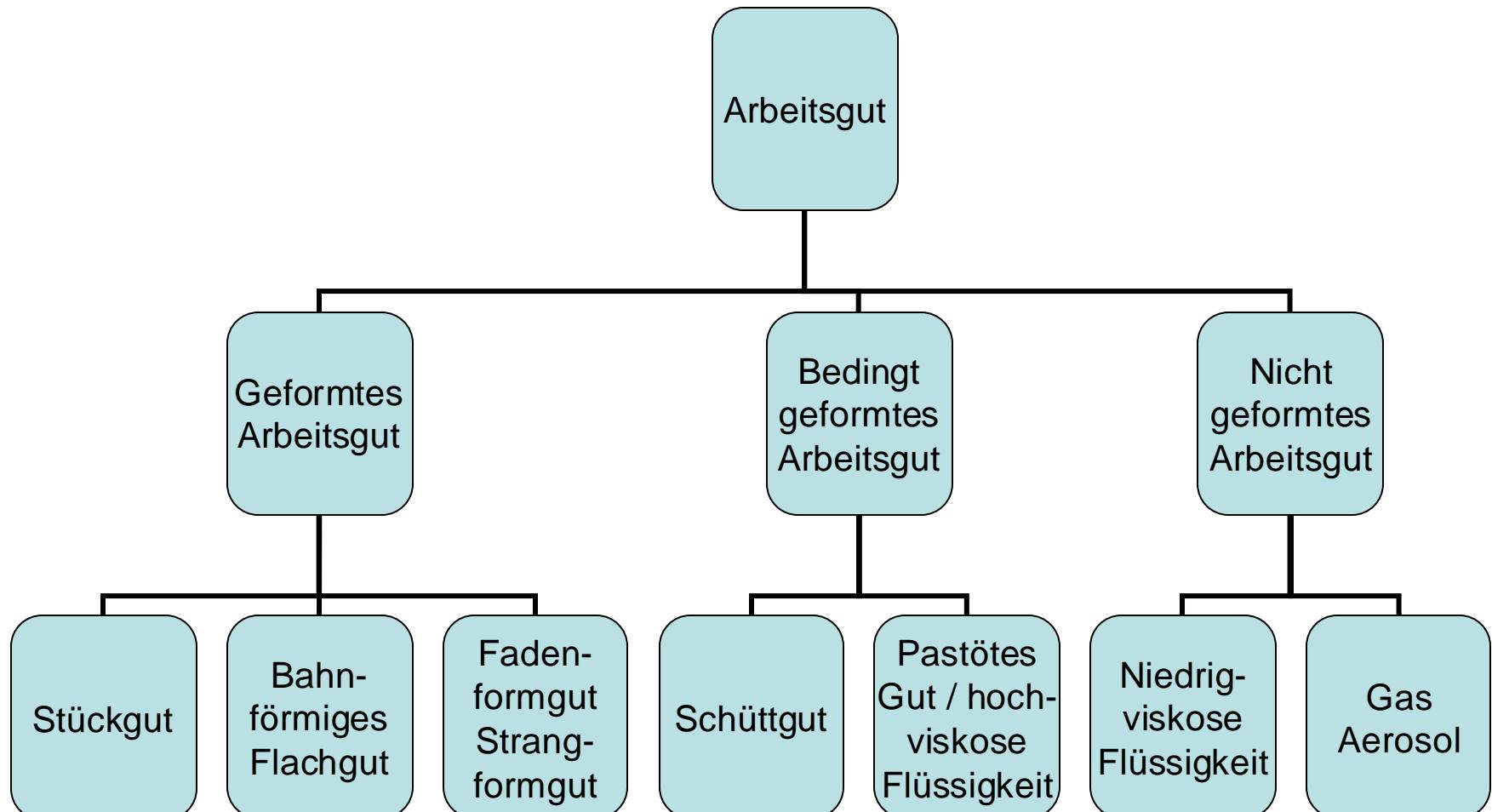


# Konstruieren mit CAD



## 2.1 Arbeitsgut

# Einordnung Arbeitsgut



# Stückgut → Fließgut

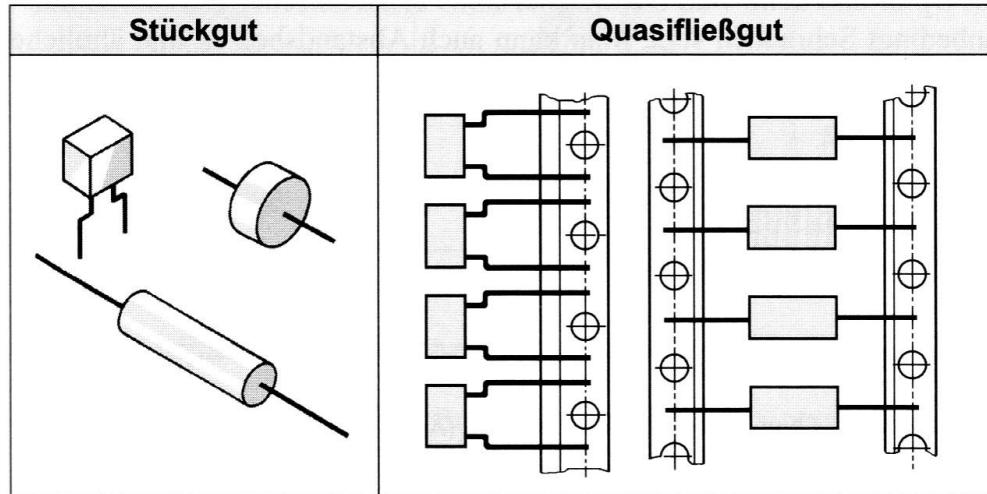
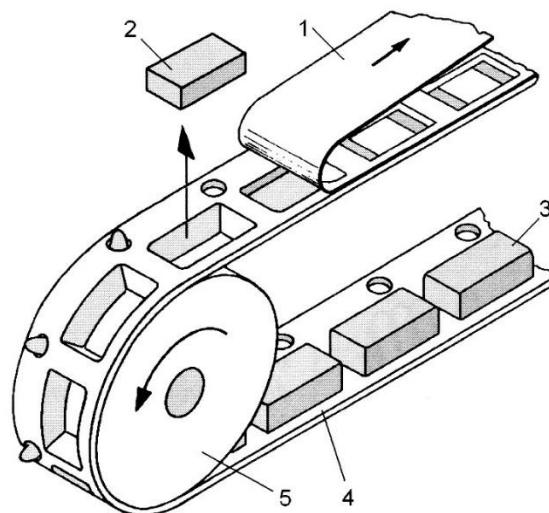


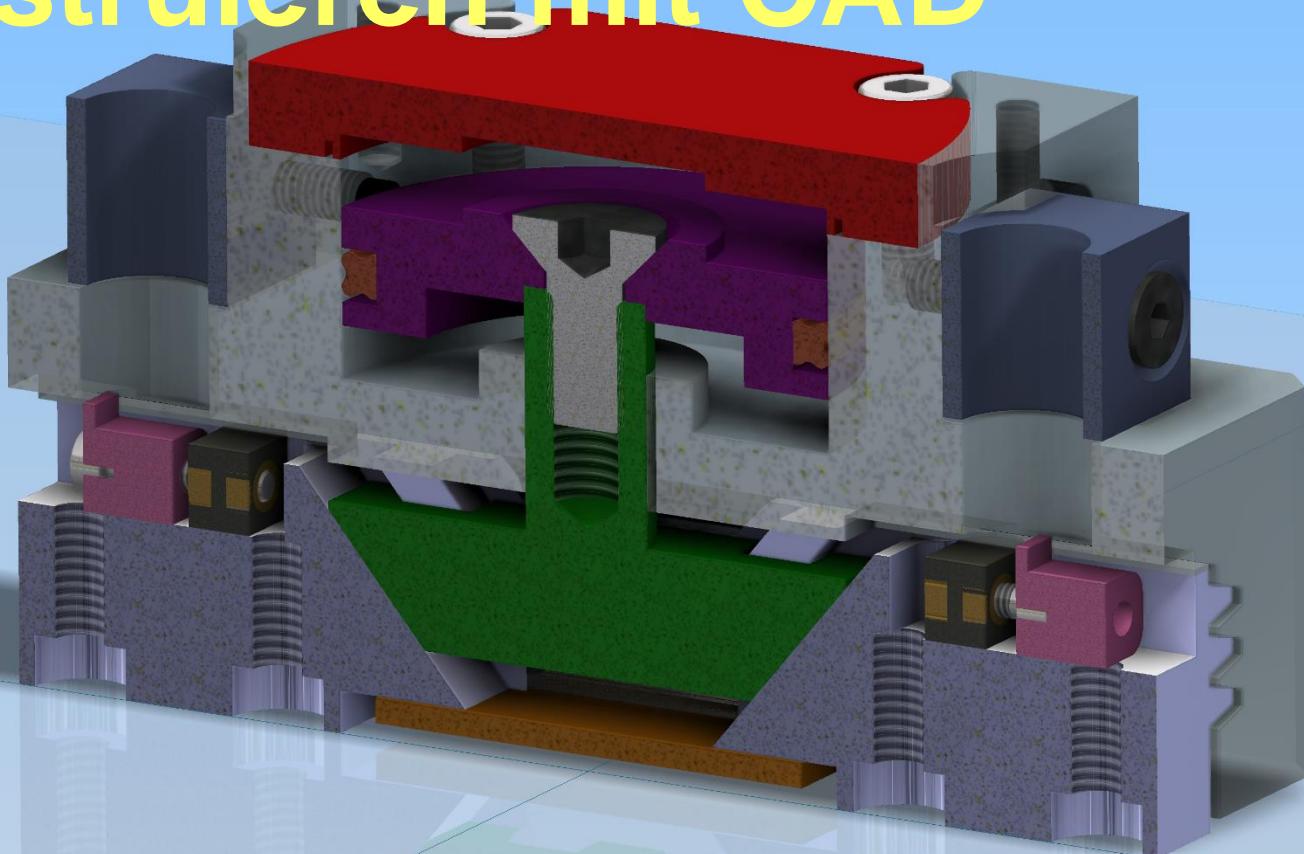
Bild 2.48 Quasifließgut lässt sich besser automatisch zuführen, als bedrahtete Einzelstücke.



- 1 Deckband
- 2 Werkstück, Bauteil
- 3 Formnest
- 4 Blistergurt
- 5 Transportrad

Bild 2.49 Bauteilbereitstellung mit einer Blistergurtmagazin

# Konstruieren mit CAD



## 2.2 Orientieren

# Schwerpunktlage und Standsicherheit

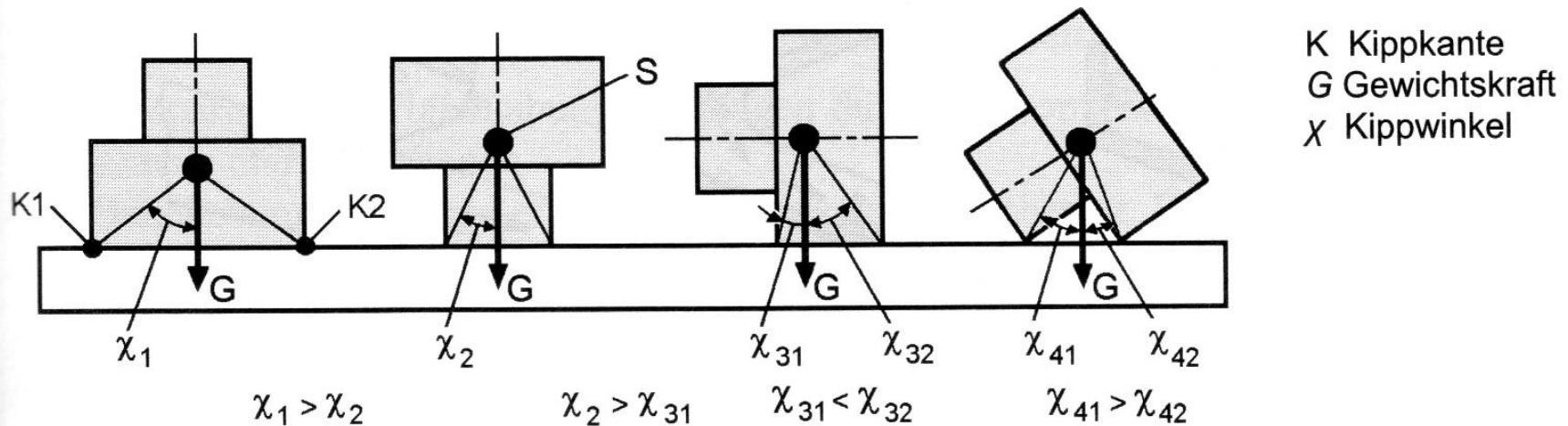
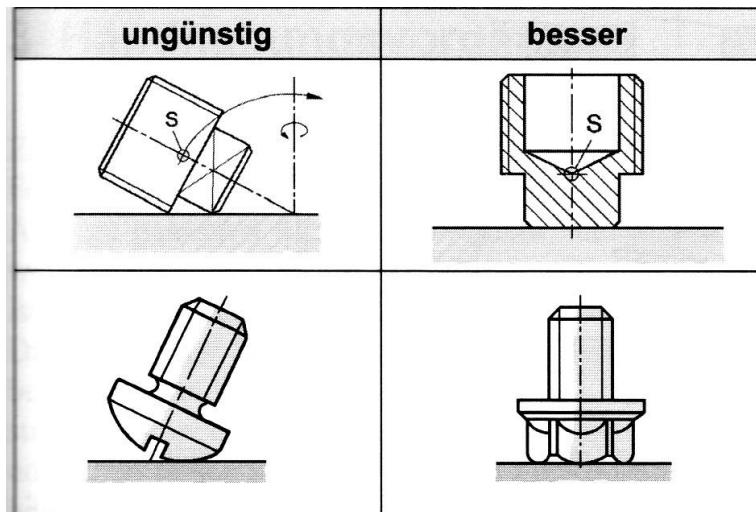
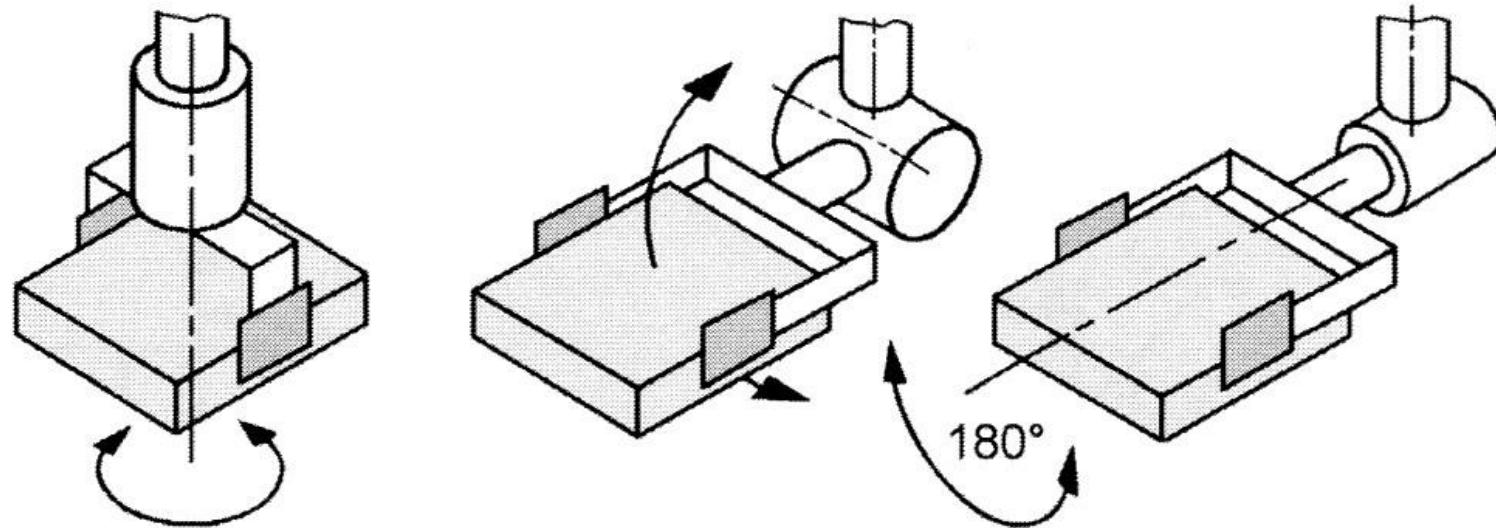


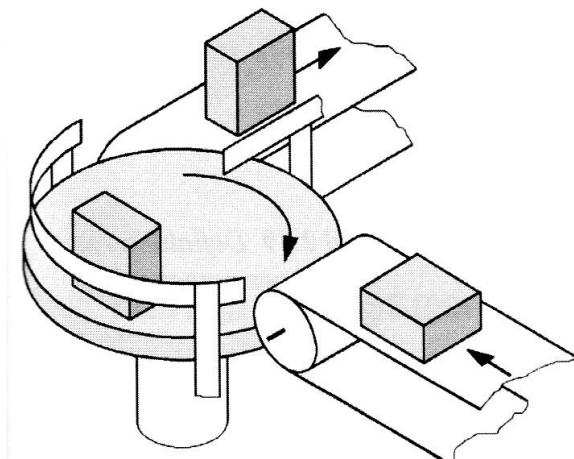
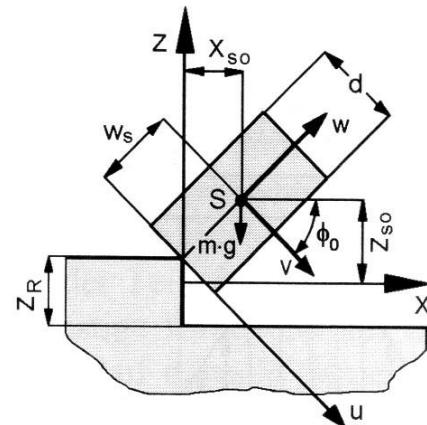
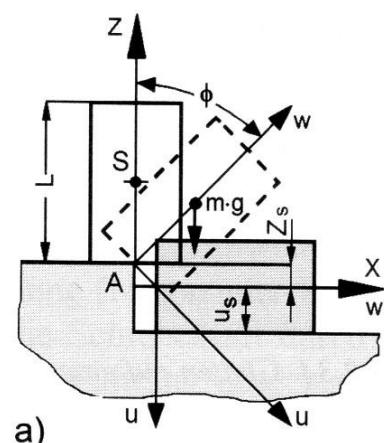
Bild 2.38 Standsicherheit eines Werkstücks in verschiedenen Orientierungen



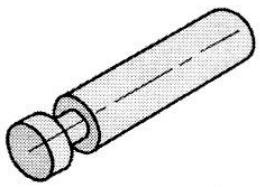
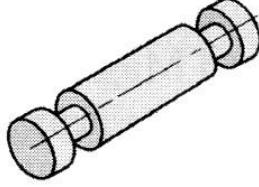
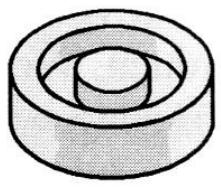
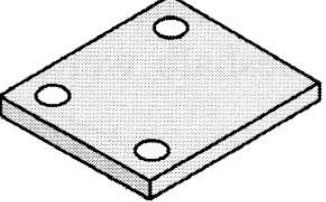
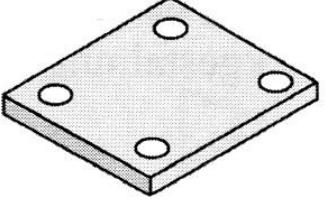
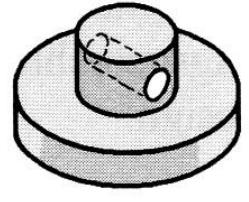
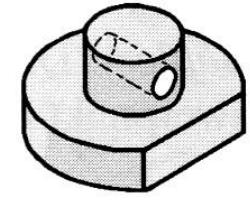
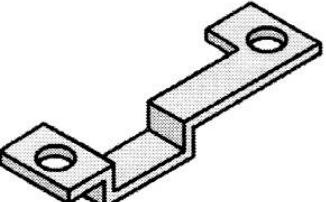
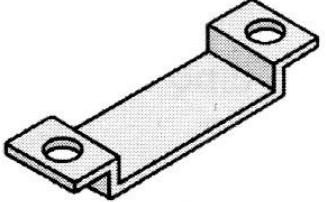
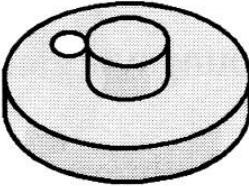
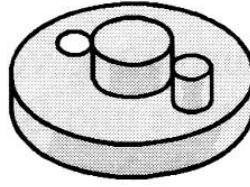
# Drehen $\Leftrightarrow$ Schwenken $\Leftrightarrow$ Wenden



## Umorientieren durch geführtes Kippen

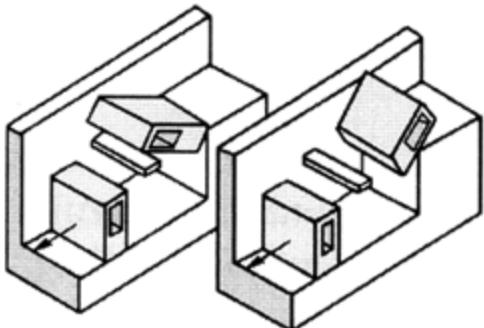


# Orientierung anhand von Teilemerkmalen

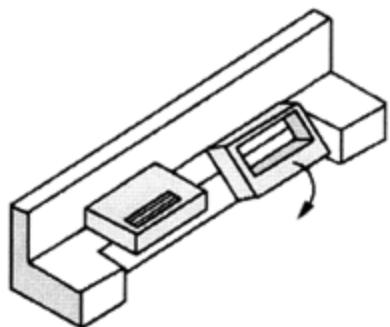
Verstärkung der Symmetrie		Verstärkung der Asymmetrie	
unzweckmäßig	besser	unzweckmäßig	besser
			
			
			

Macht die Orientierung überflüssig  $\Leftrightarrow$  Erleichtert die Orientierung

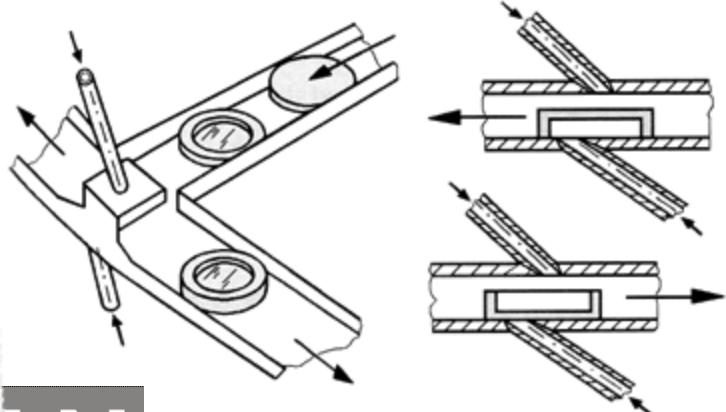
# Orientieren von Bauteilen



Orientieren / Ausrichten durch Kippen  
von Teilen mit asymmetrischer  
Schwerpunktlage



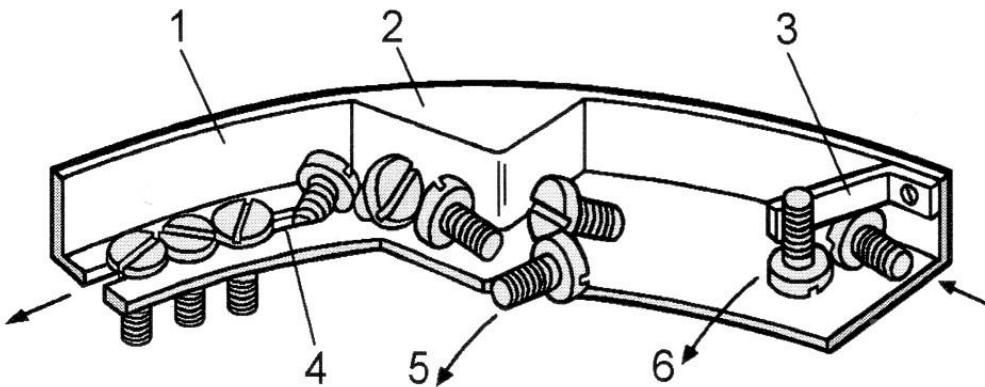
Ausschleusen von falsch orientierten  
Teilen mit asymmetrischer  
Schwerpunktlage



Ausschleusen von falsch orientierten  
Teilen anhand geometrischer  
Merkmale

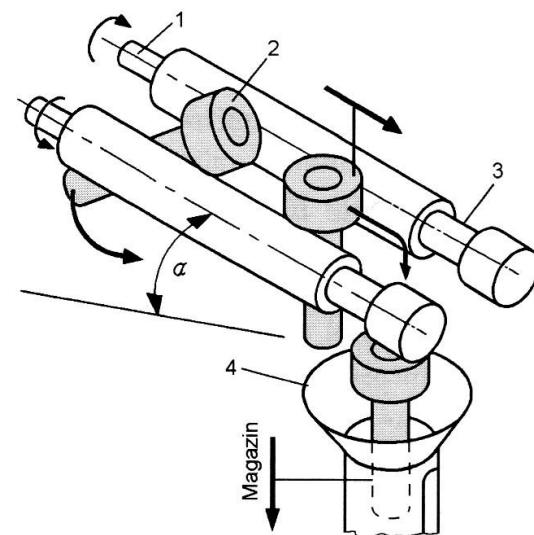
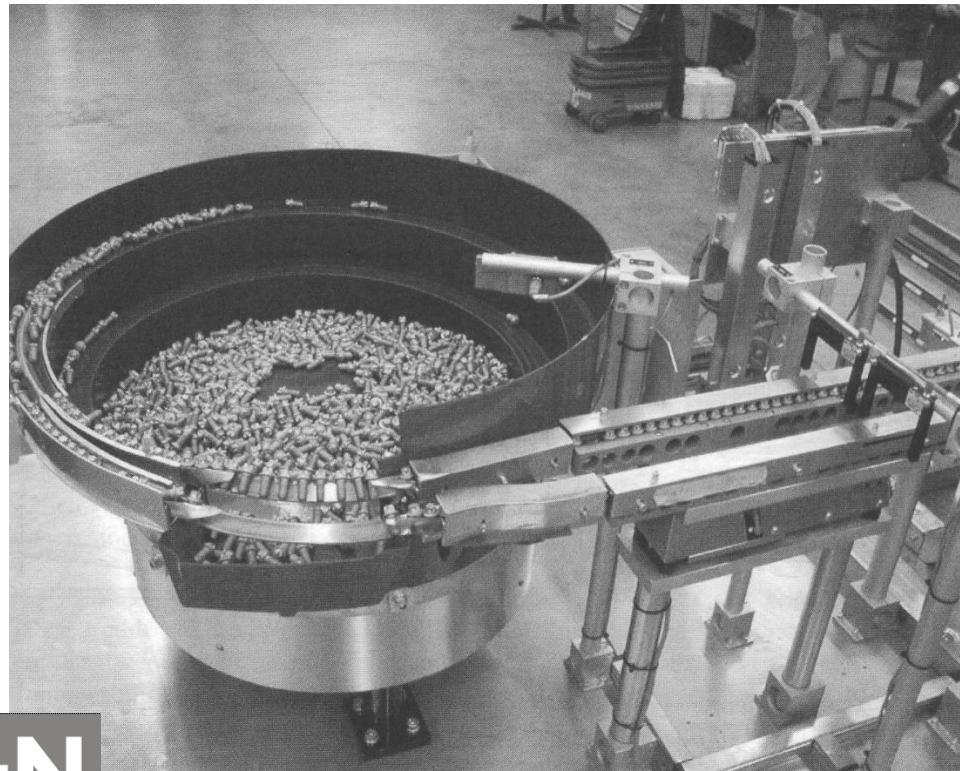
Bild 4.122 Ordnen von Dosen-deckeln mittels Luftstrahl

# Orientieren von Schrauben

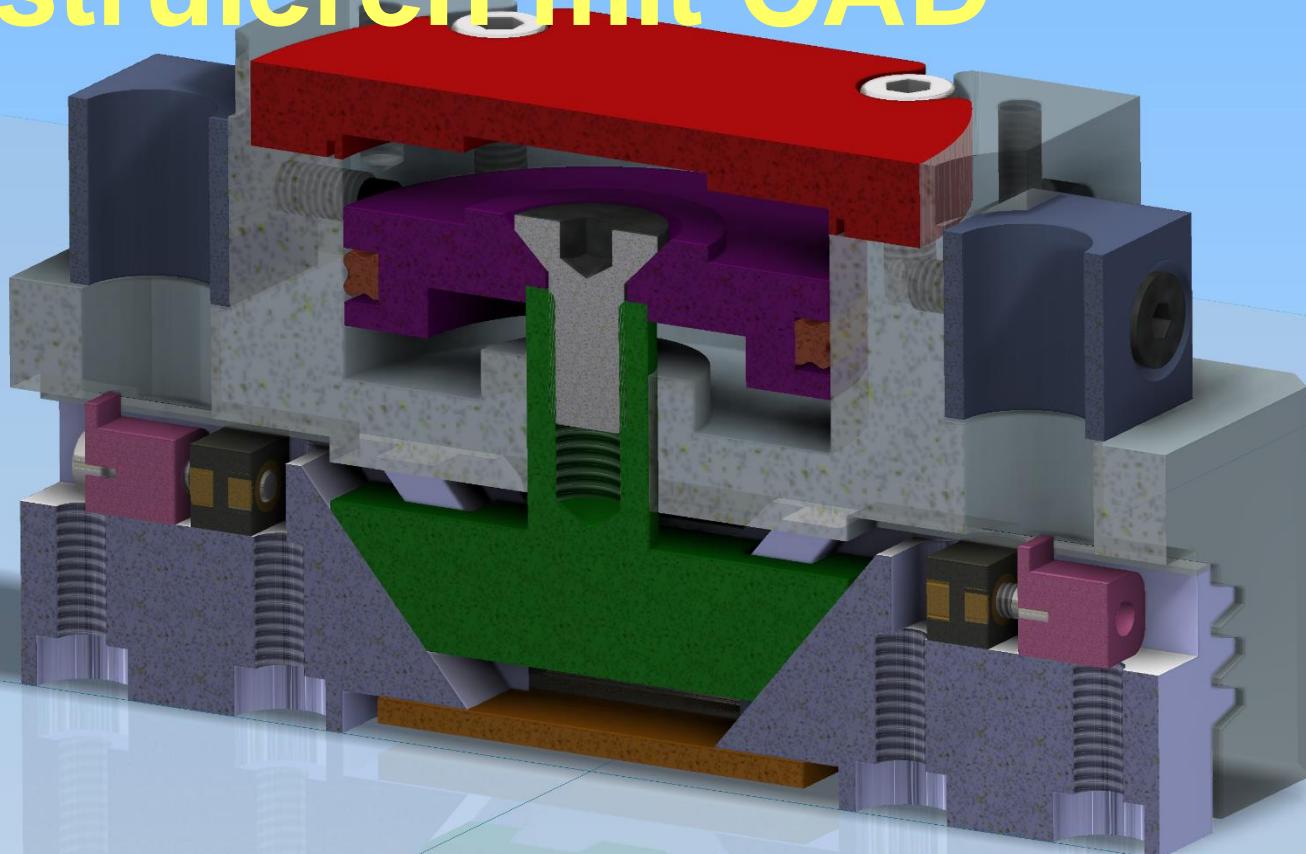


- 1 Vibratorwendel
- 2 Überlaufelement
- 3 Höhenabweiser
- 4 Wendelstück mit Längsnut
- 5 Aussondern paralleler Teile
- 6 Aussondern stehender Teile

*Bild 4.175 Handhabungstechnologie für das Ordnen von Schrauben*

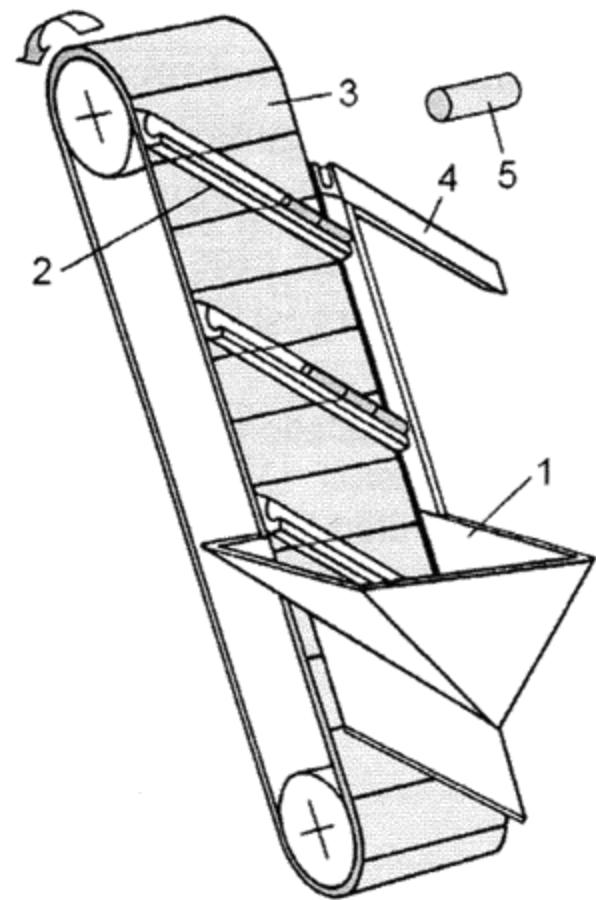
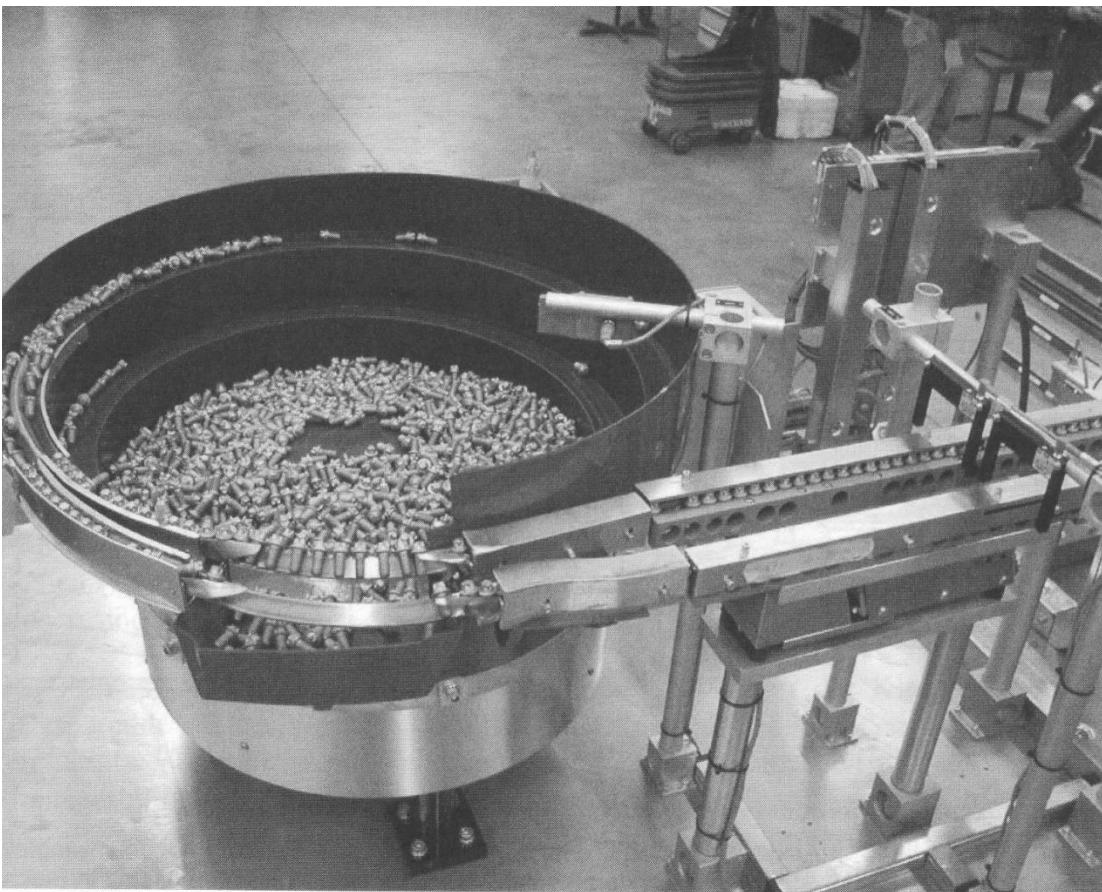


# Konstruieren mit CAD



## 2.3 Speichern

# Bevorraten nichtorientierter Teile (Bunker)



# Bevorratung orientierter Teile: Magazine

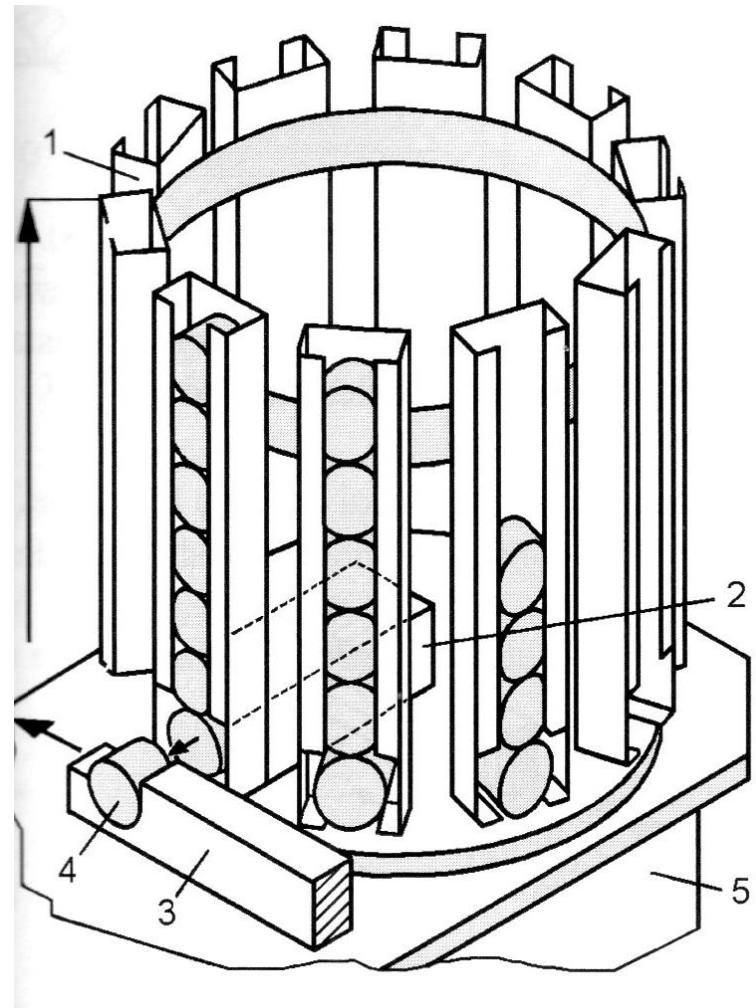
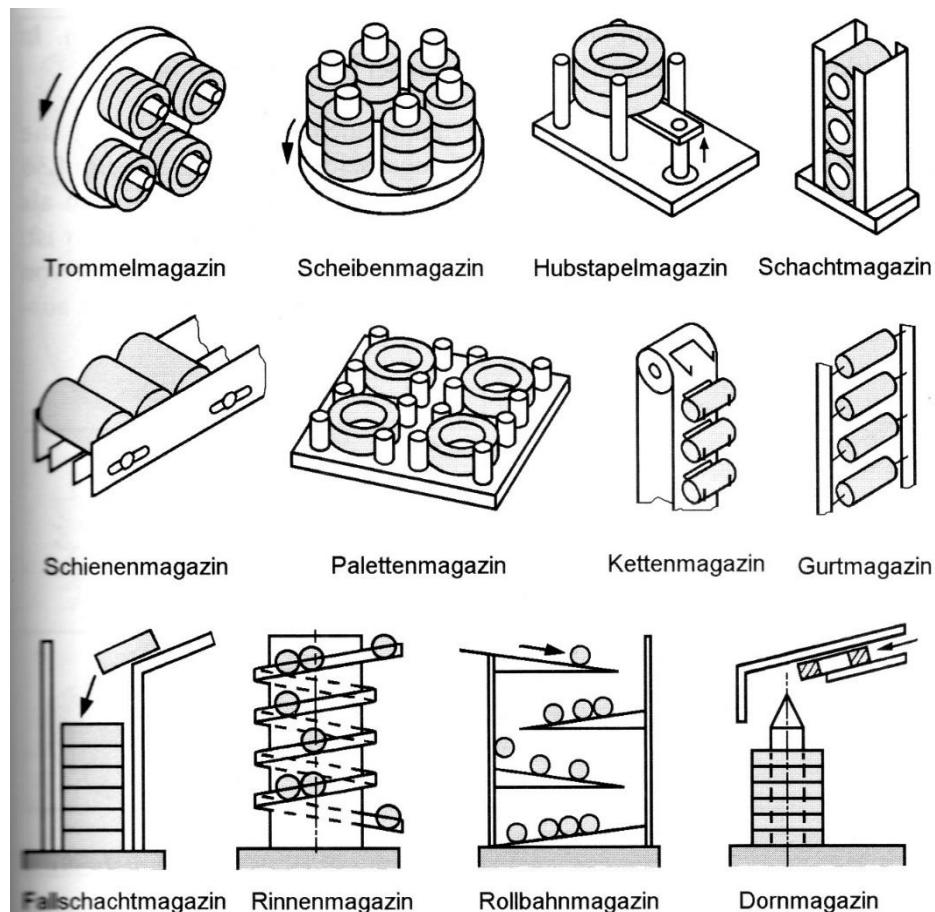
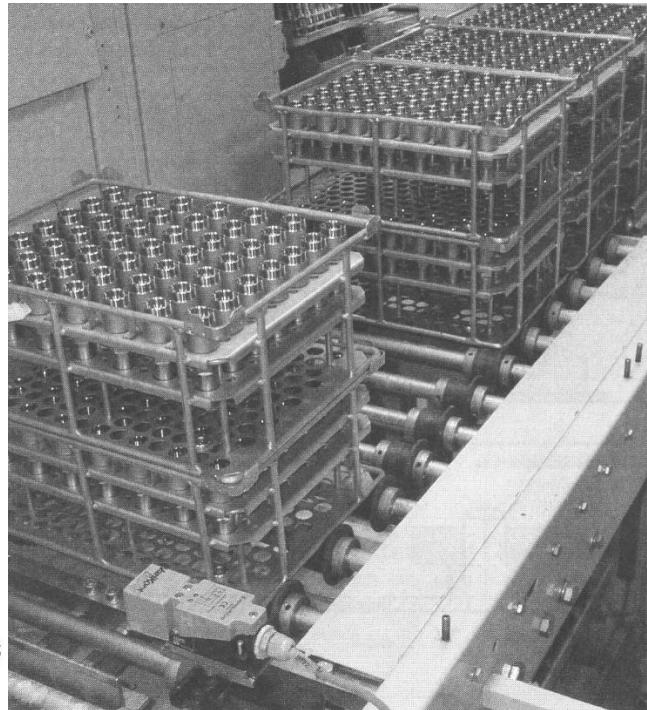
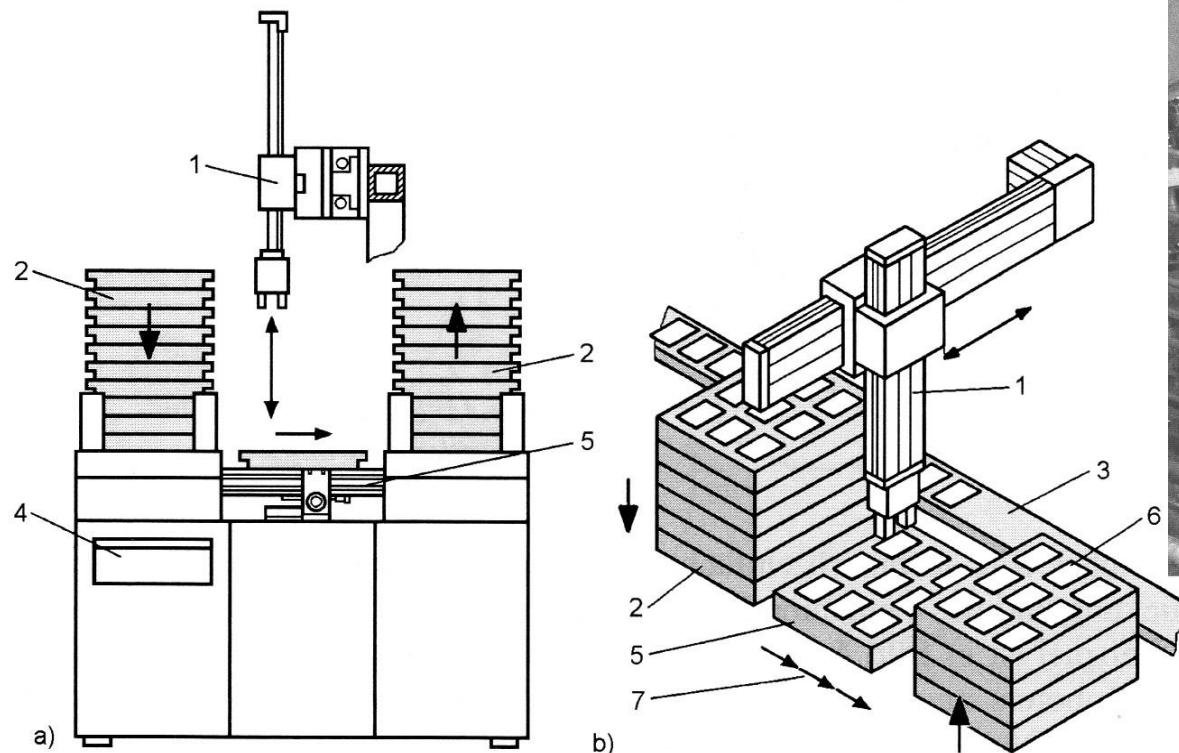


Bild 4.34 Prinzipbeispiele für die Magazinierung von Werkstücken

# (De-)Palettiersystem

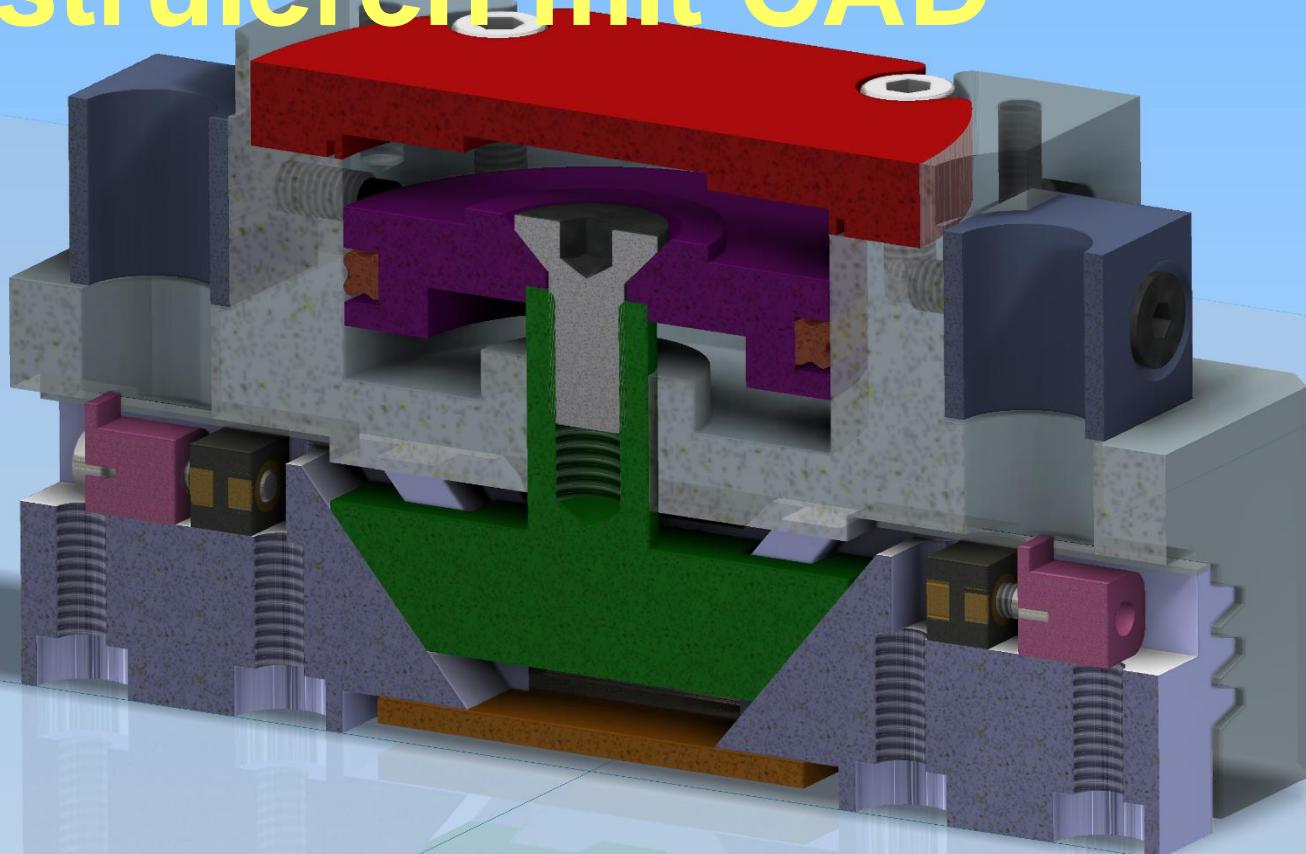


**Bild 4.45** Werkstückbereitstellung mit Palettier- bzw. Depalettiersystem ([www.IEF-Werner.de](http://www.IEF-Werner.de))

a) Frontansicht eines Depalettiermoduls, b) Funktionsprinzip einer Palettierstation

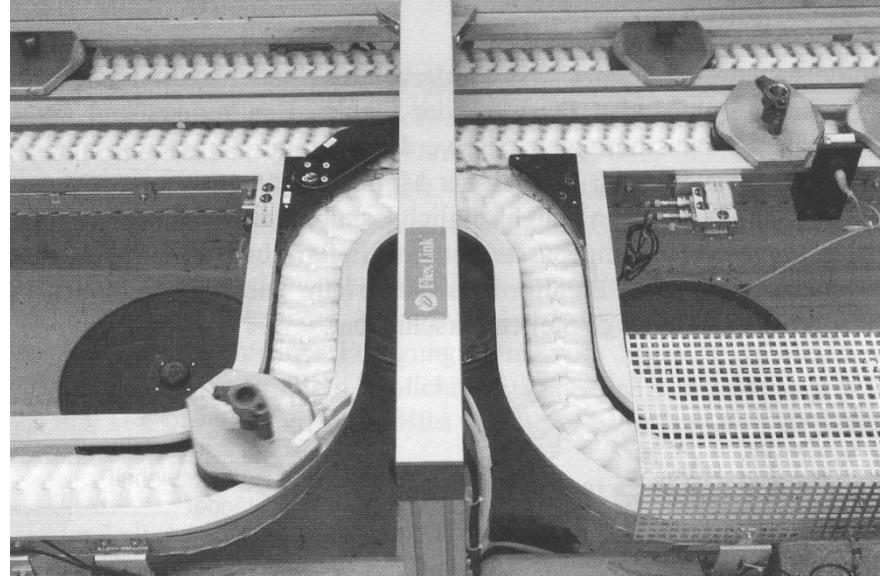
1 Handhabungseinrichtung aus dem Baukasten, 2 Palettenstapel, 3 Transfersystem, Förderband Plattenbandkette, 4 Steuerung, 5 Vertakeinrichtung für Palette in der Arbeitsposition, 6 beladene Palette, 7 Reihentaktung

# Konstruieren mit CAD



## 2.4 Transportieren

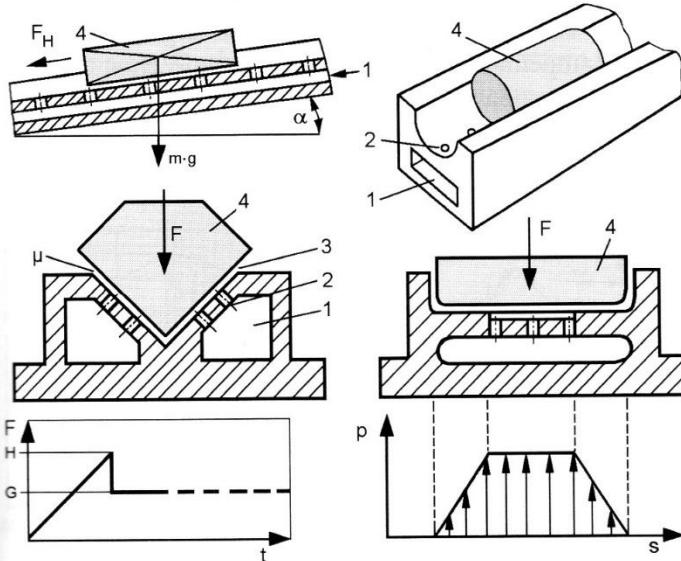
# Transportbänder



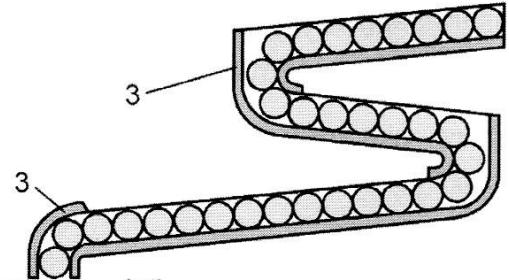
Kontinuierlich / Getaktet  
Direkt / mittels Werkstückträger  
(z.B.: Paletten)

# Transport durch Schwerkraft

## Nicht rollfähige Teile

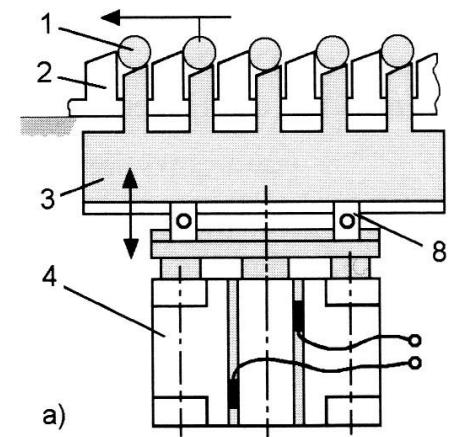


## Rollfähige Teile



1 Druckluftzufuhr  
2 Luftpumpe  
3 Luftfilm  
4 Werkstück  
  
 $F$  Gewichtskraft  
 $F_H$  Hangabtriebskraft  
 $G$  Gleitreibungskraft  
 $H$  Haftreibungskraft  
 $p$  Druck  
 $t$  Zeit  
 $\alpha$  Neigung 1° bis 3°  
 $\mu$  Luftreibung;  $\mu \approx 0,0001$

Bild 2.34 Gleiten auf einem Luftfilm in einer Rinne



# Transport mittels Druckluft

Teile mit zylindrischer Grundform können in Schläuchen und Rohren mittels Luftdruck (Druckimpuls) transportiert werden. Voraussetzung dafür ist, dass ein Maximalverhältnis zwischen Durchmesser und Länge nicht überschritten wird.

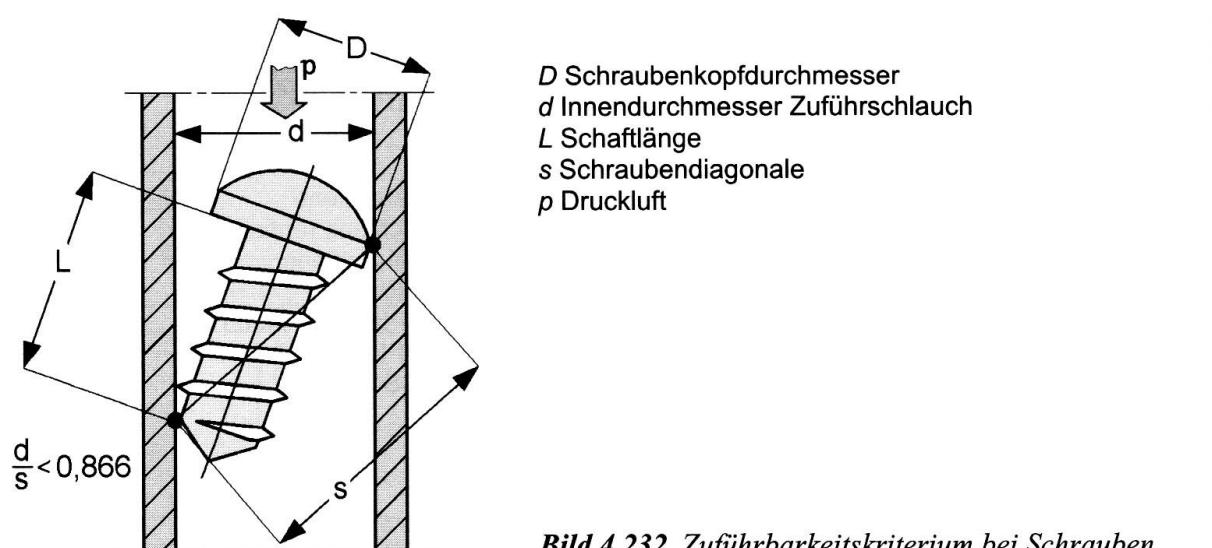
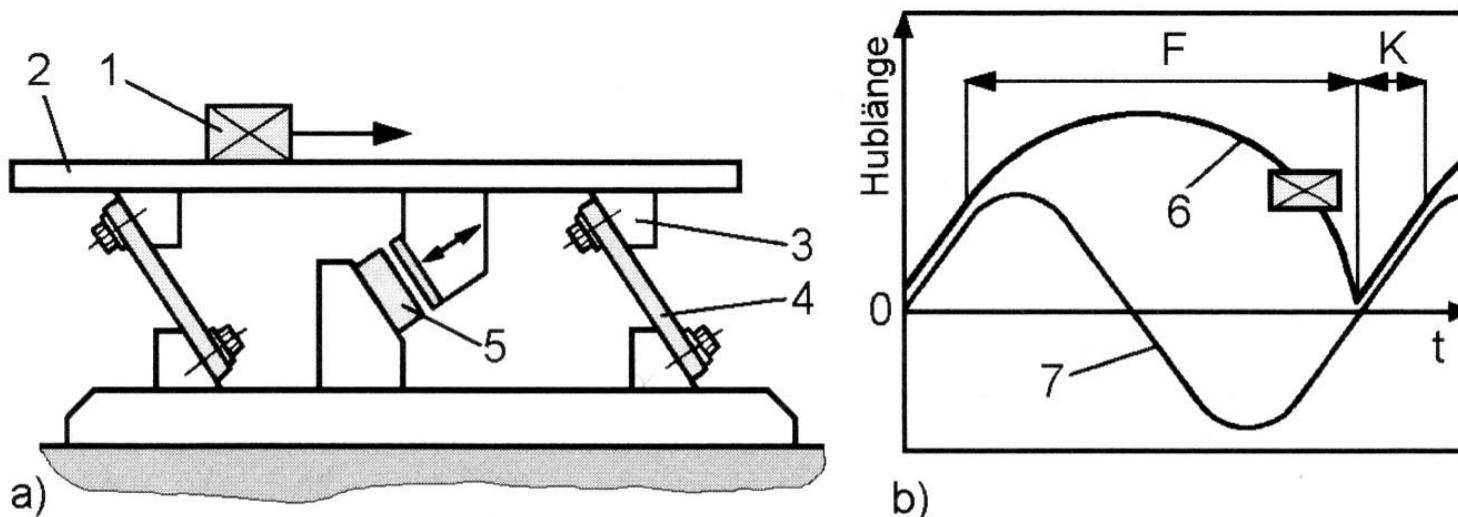


Bild 4.232 Zuführbarkeitskriterium bei Schrauben

Als Zuführbarkeitskriterium gilt  $d/s < 0,866$  und  $d \approx D + 0,5$  mm. Als Näherungsformel kann gelten:

$$L > D + 2 \text{ mm} \quad (4.99)$$

# Transport durch Vibration (Mikro-Wurf)



**Bild 4.165** Prinzip des Mikrowurfs

a) Schwingsystem bei einer Linearschwingrinne, b) Bewegungsverlauf von Rinne und Werkstück

1 Werkstück, 2 Föderrinne, 3 Federbefestigung, 4 Flachfeder, 5 Elektromagnet, 6 Arbeitsgutbewegung, 7 Rinnenbewegung, F Flugzeit, K Kontaktzeit, t Zeit

# Vibrationswendelförderer

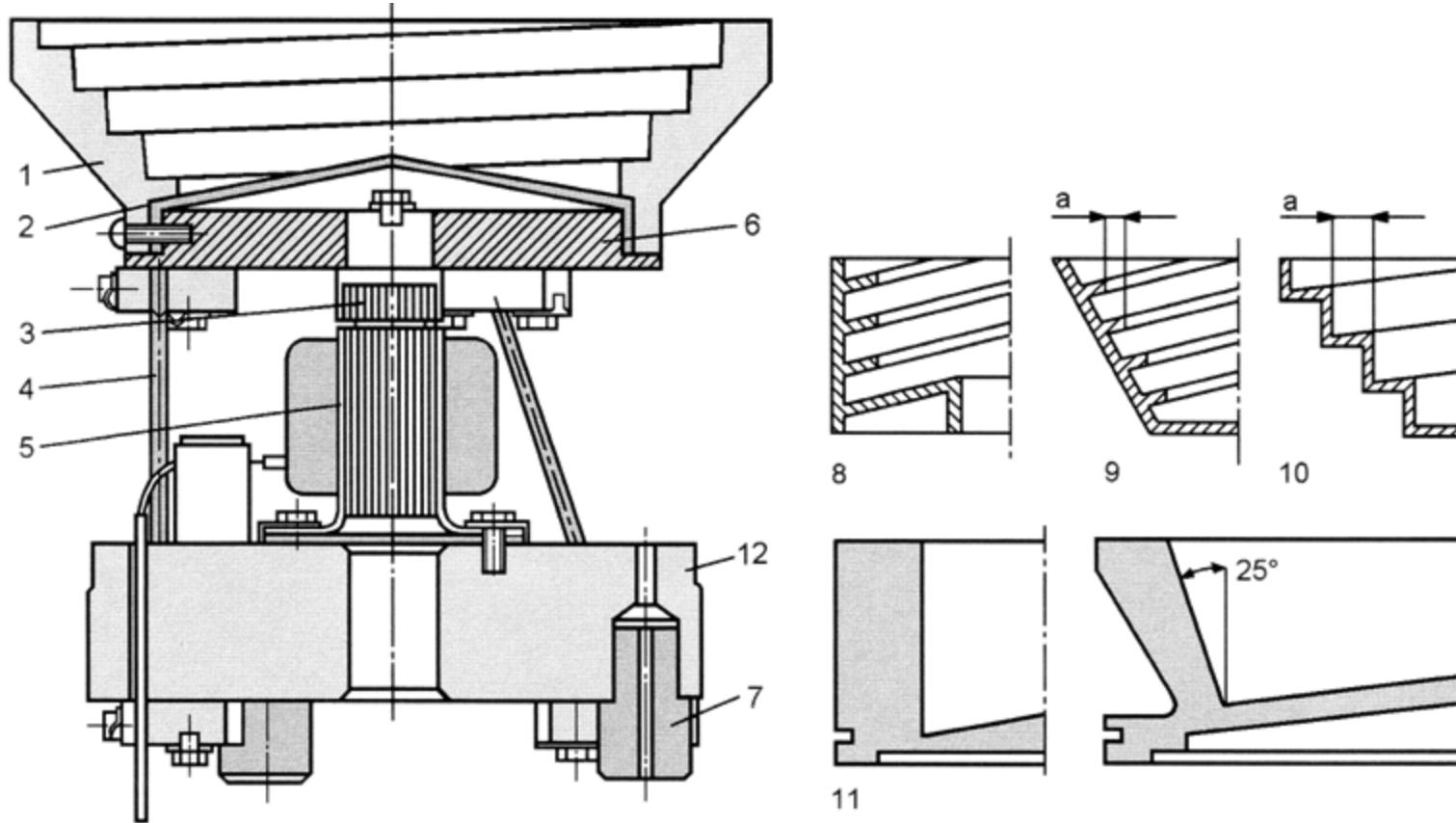
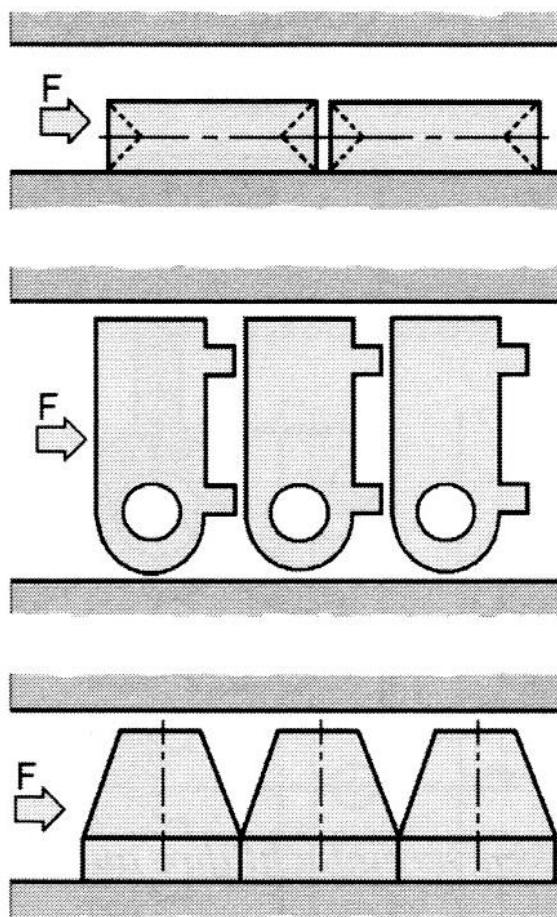
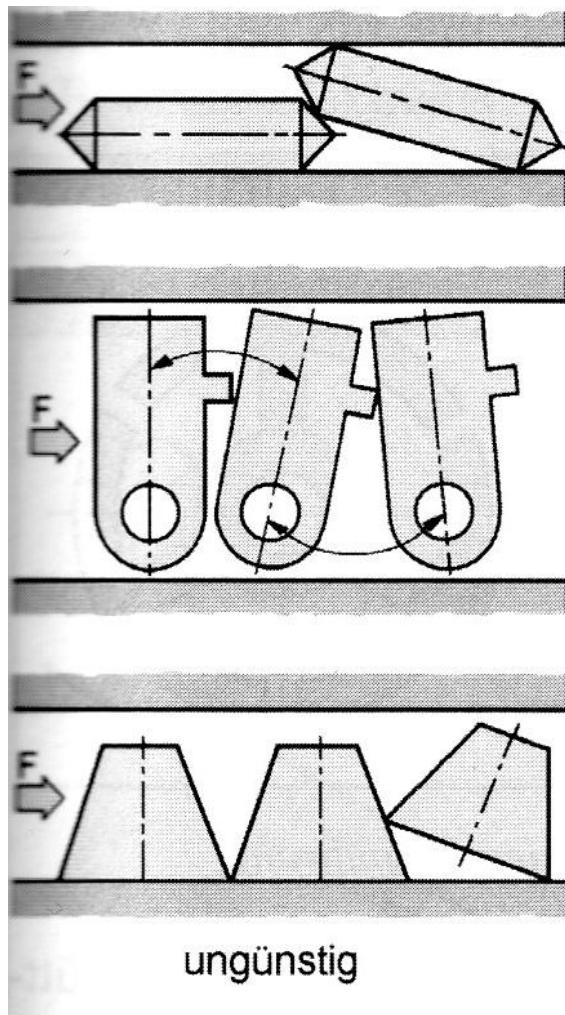


Bild 4.169 Aufbau eines Vibrationswendelförderers mit Zweimassen-Schwingsystem

1 Wendelaufsatz, 2 Boden, 3 Anker, 4 Blattfeder oder Rundstab, 5 Kern (Spule), 6 Oberschwingteil, Nutzmasse, 7 Gummipuffer, 8 Stahlblech-Zylinderaufsat, 9 Konusaufsat, 10 Stufenaufsat in Blech, 11 Aufsatztrohling aus Kunststoff, Wendel noch nicht eingearbeitet, 12 Basisteil, Gegenmasse, a Wendelbreite

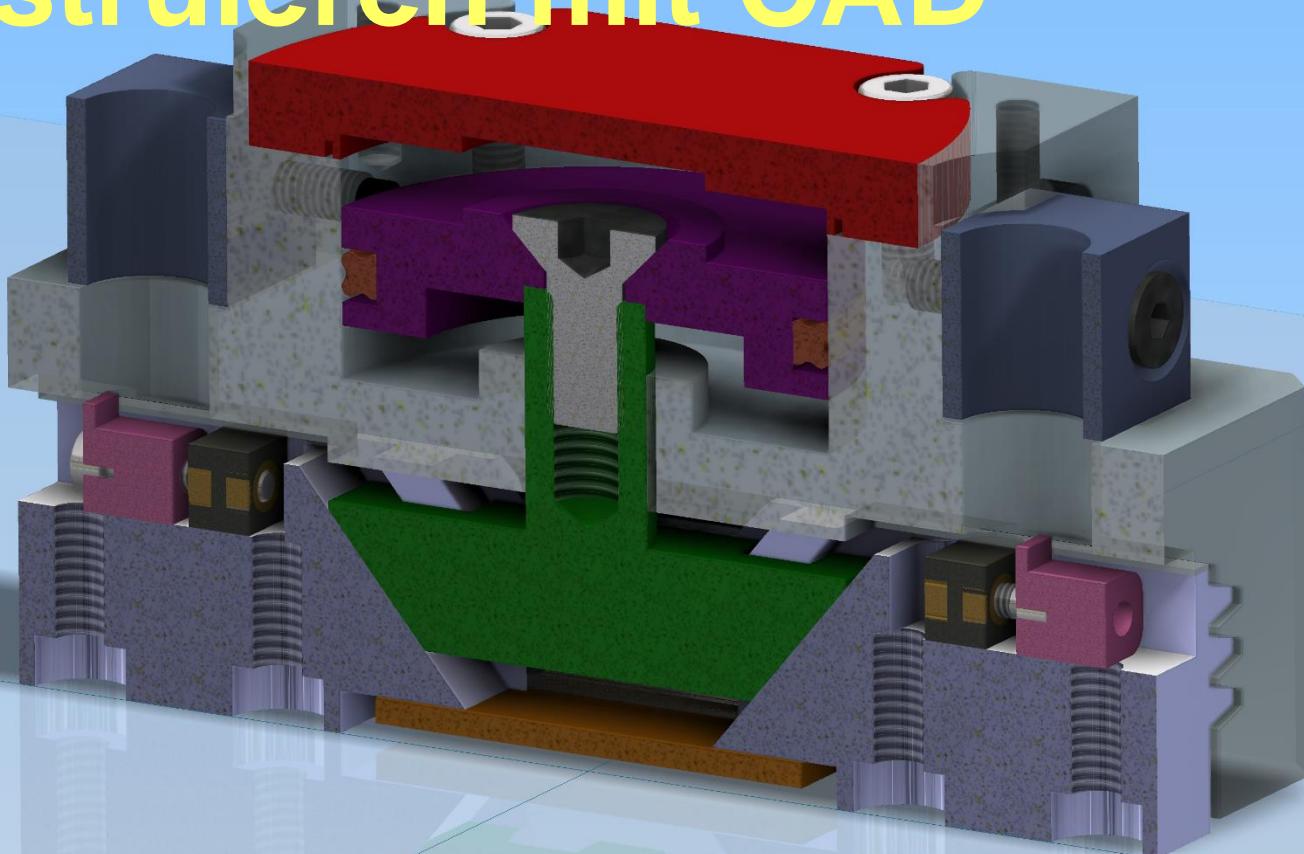
# Teiletransport



Bei der Gestaltung von Transportbahnen ist darauf zu achten, dass sich die Teile aufgrund Ihrer Form nicht verklemmen oder verkeilen können.

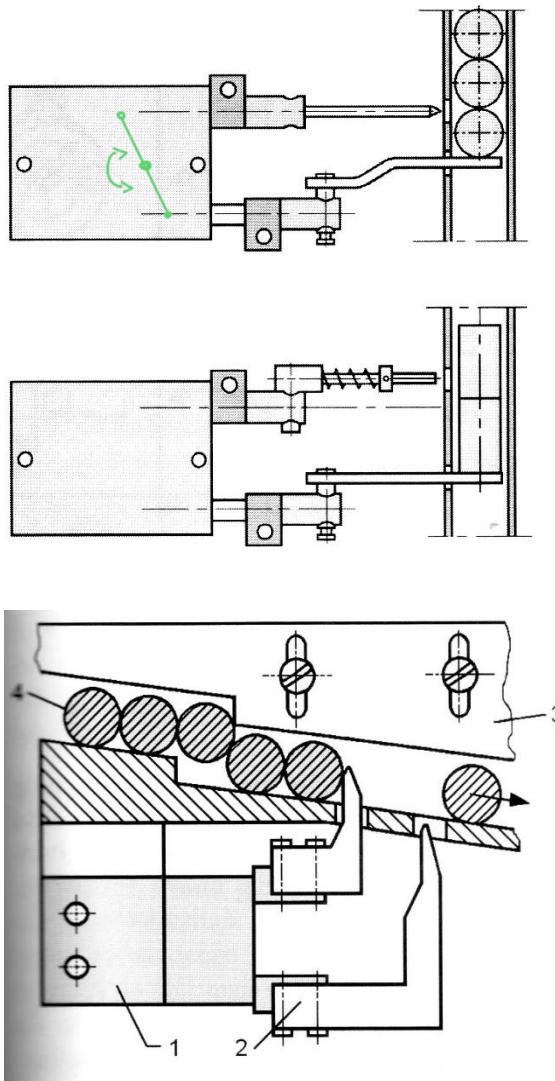
Durch entsprechende Formgebung der Teile selbst kann ebenfalls eine Verbesserung erreicht werden

# Konstruieren mit CAD



2.5 Menge verändern

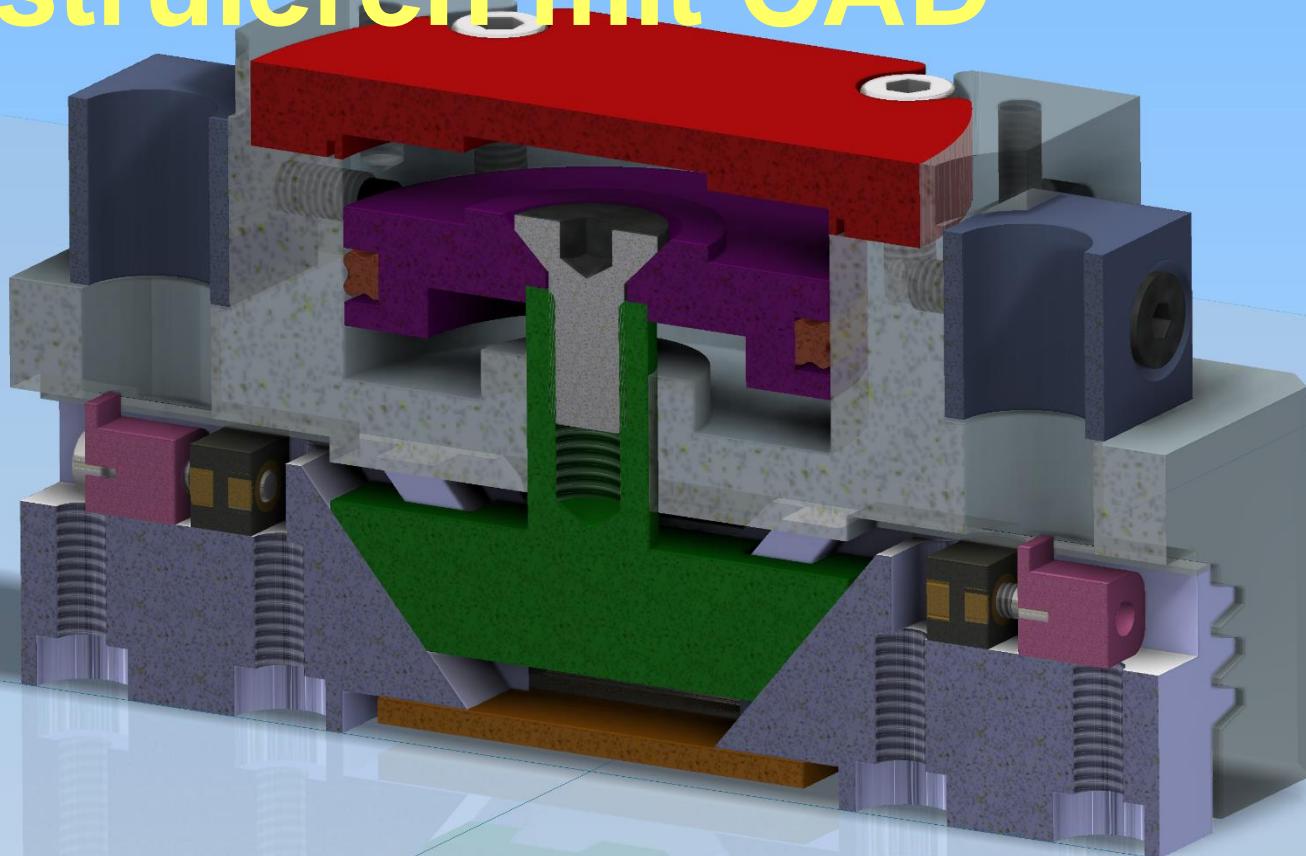
# Bereitstellung genau eines Teils: Vereinzeler



*Bild 4.55 Zuteiler auf der Basis eines Standardgreifers*

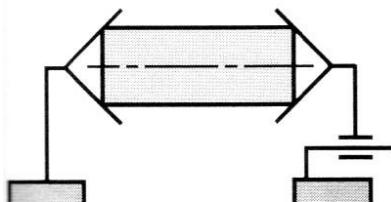
	Bewegungsverlauf	Ikonen	Rundteil	Flachteil
Translation	geradlinige Bewegung in einer Richtung	→		
	geradlinige Bewegung in beiden Richtungen	↔		
	unterbrochene geradlinige Bewegung	—		
Rotation	Drehbewegung in einer Richtung	↷		
	Drehbewegung in beiden Richtungen	↶↷		
	unterbrochene Drehbewegung	—		

# Konstruieren mit CAD

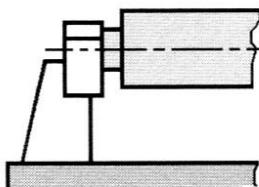


## 2.6 Halten

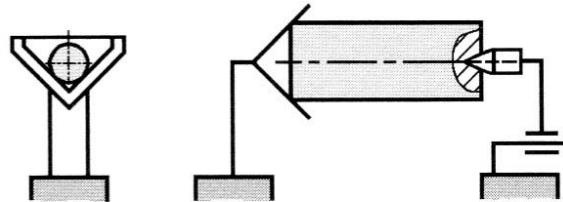
# Möglichkeiten zur Teilefixierungen



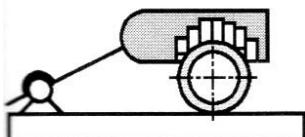
Glocke/Zentrierglocke



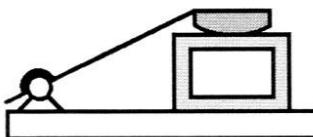
Prisma/Prisma



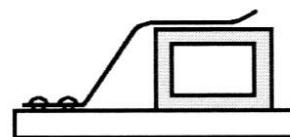
Glocke/Spitze



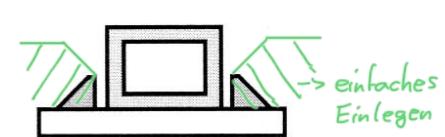
Lamellenpaket



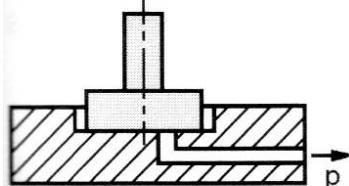
Klemme



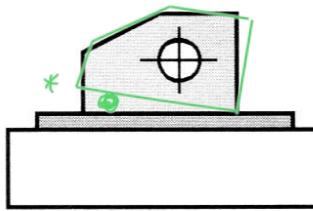
Federklemme



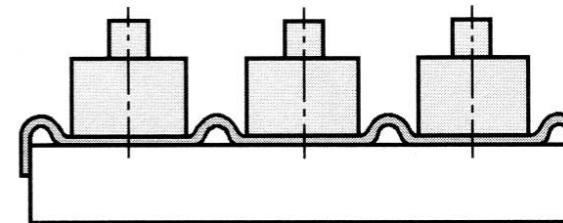
Außen-Halteelemente



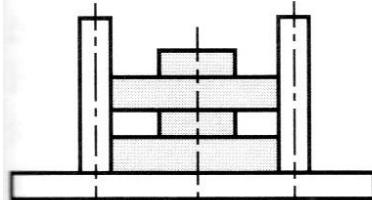
Sauglufthaltung



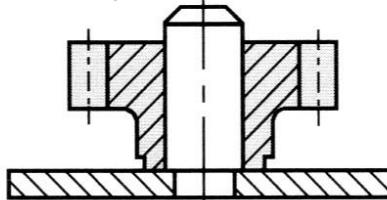
Permanentmagnetfolie  
↳ verschmutzungsanfällig  
z.T. durch Späne, Fremdteile,...



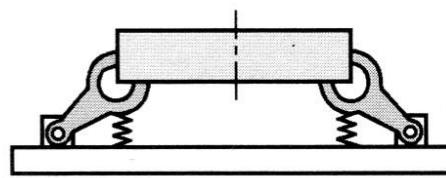
Luftpolster unter einem Gummituch



Außen-Haltestäbe



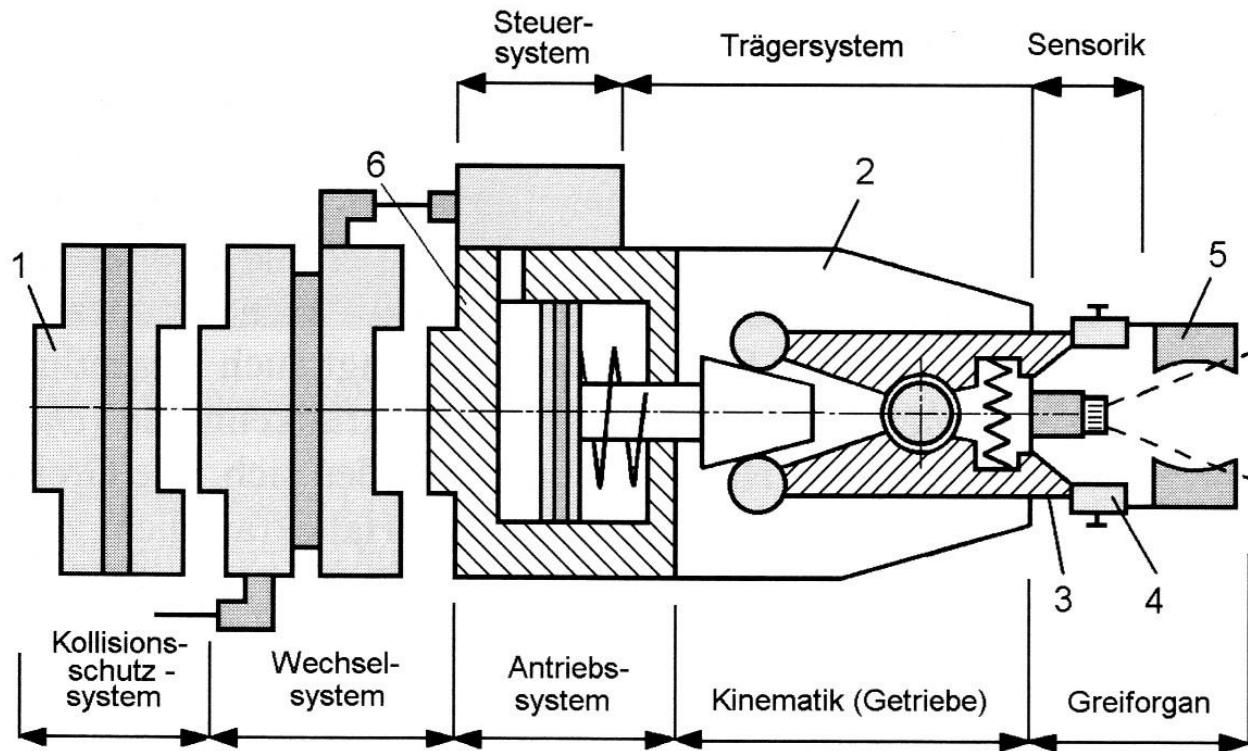
Dornaufnahme



Ablage in Selbstzentrierhebeln

\* Span kann durch ↑ Wärme und schnelles Abkühlen, härter als Bauteil sein → Beschädigung möglich

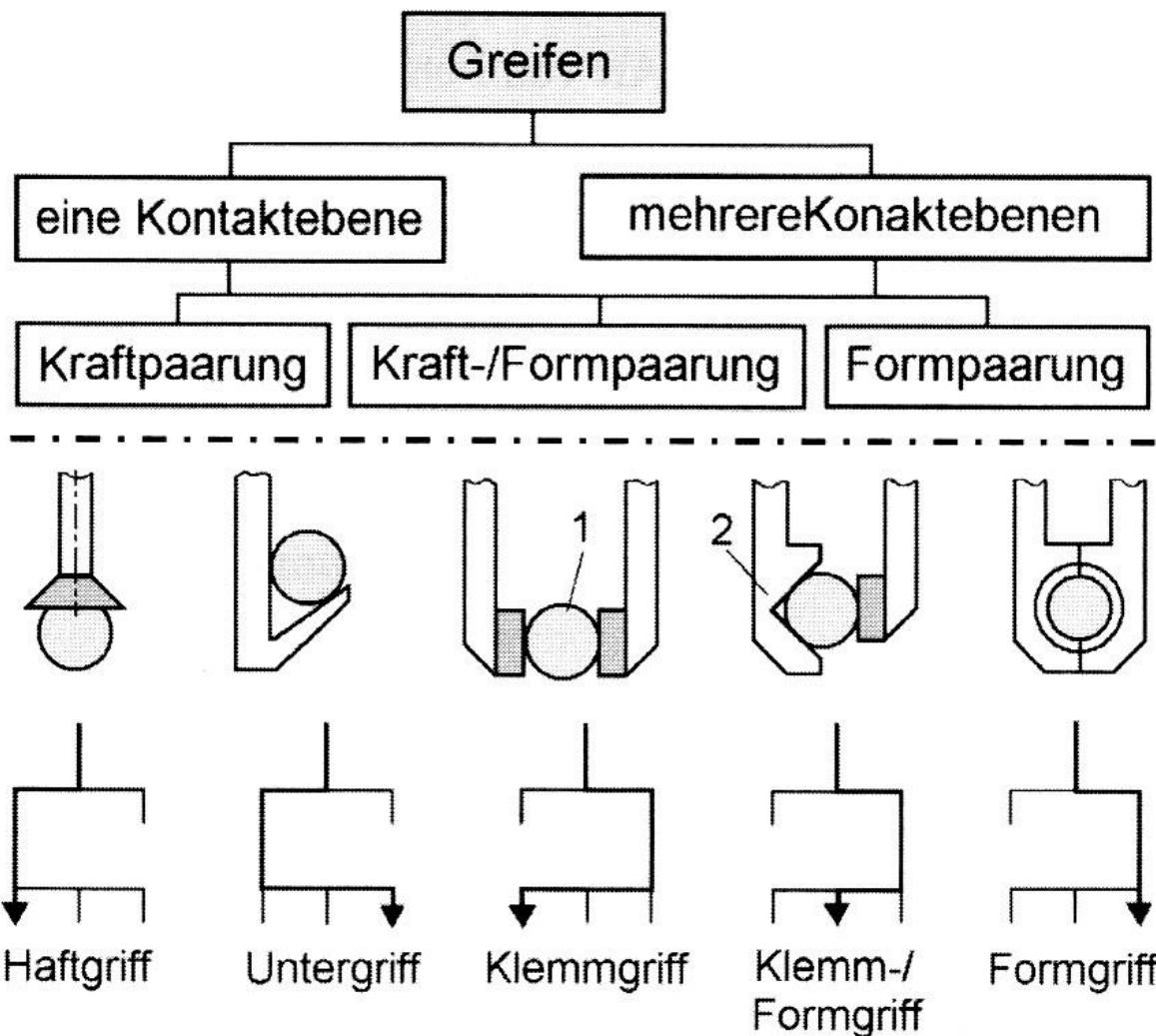
# Greifer als abstraktes System



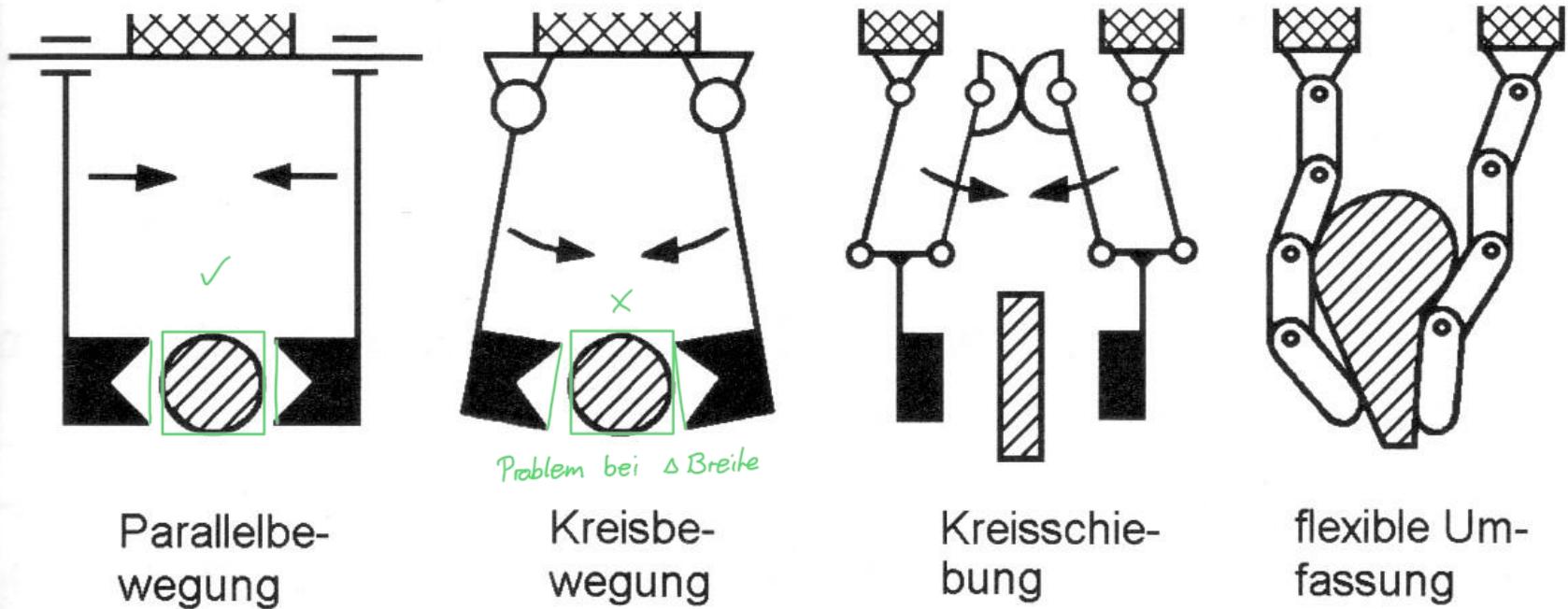
**Bild 4.191** Teilsysteme eines mechanischen Greifers (Winkelgreifer)

1 Zentrierung zum Roboterflansch, 2 Greifergrundkörper, 3 Greiferfinger, 4 Grundbacke, 5 austauschbare Greifbacke, 6 Greiferflansch

# Kontaktmöglichkeiten beim Greifen

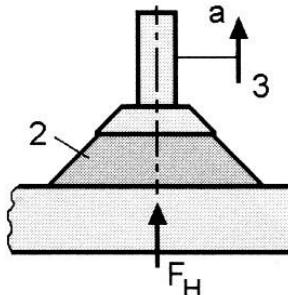
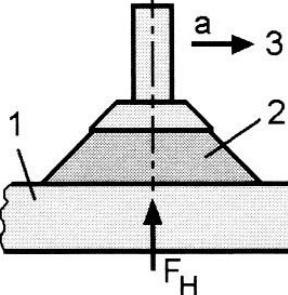
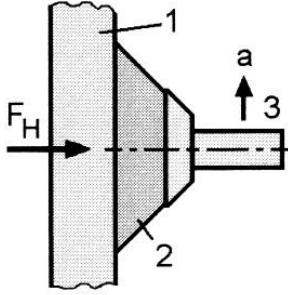


# Schließbewegungen

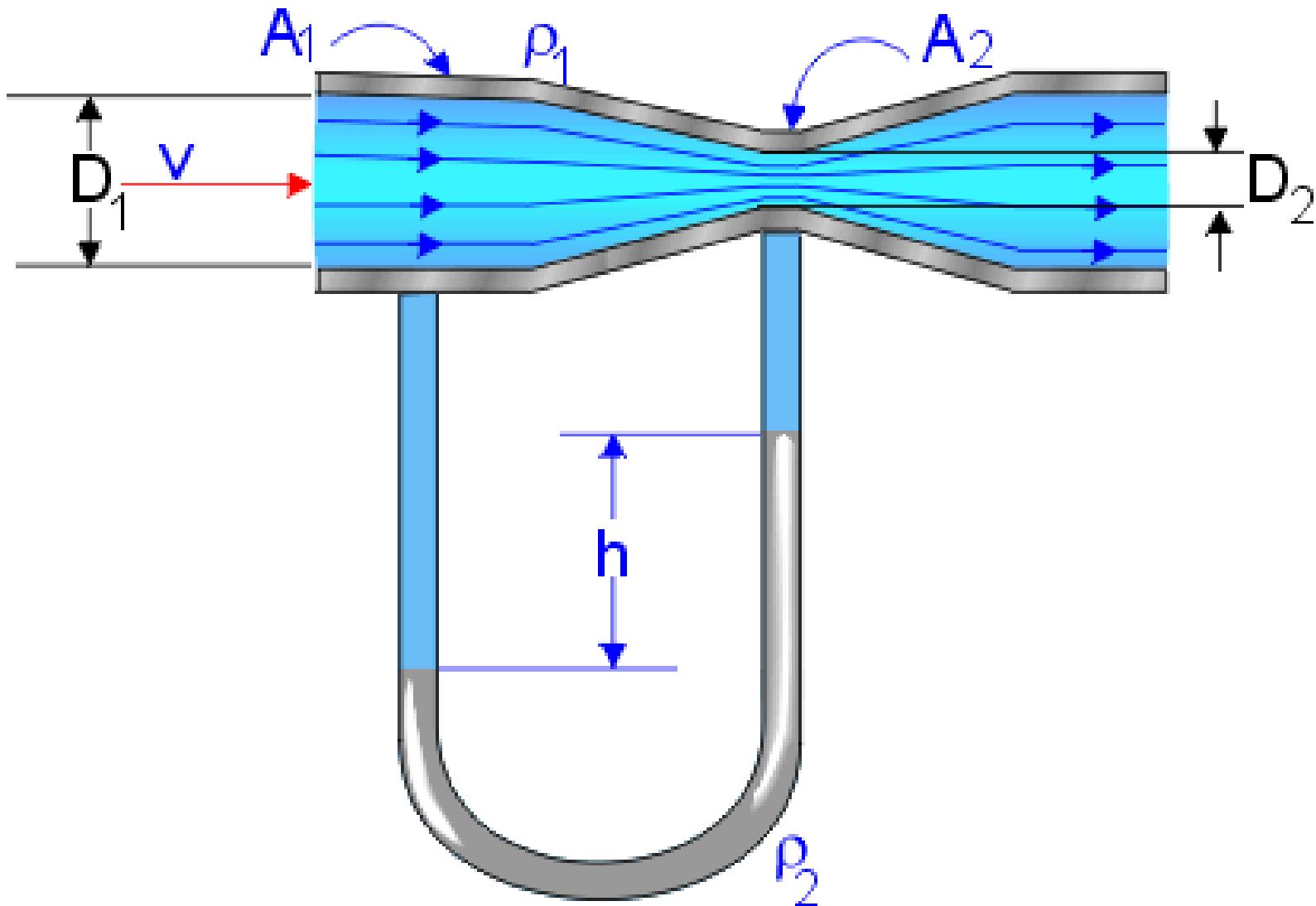


*Bild 4.194 Typische Schließbewegungen mechanischer Klemmgreifer*

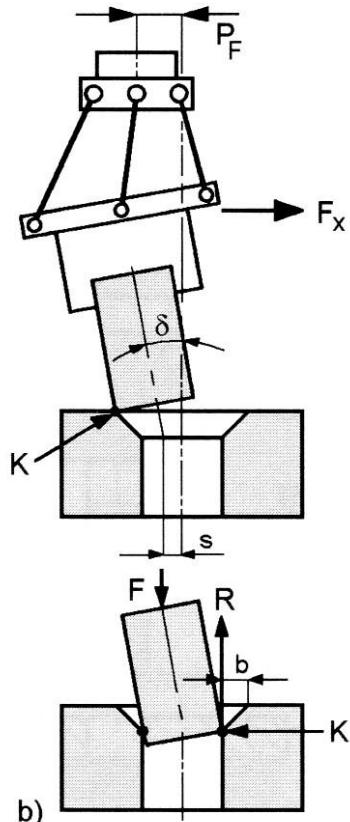
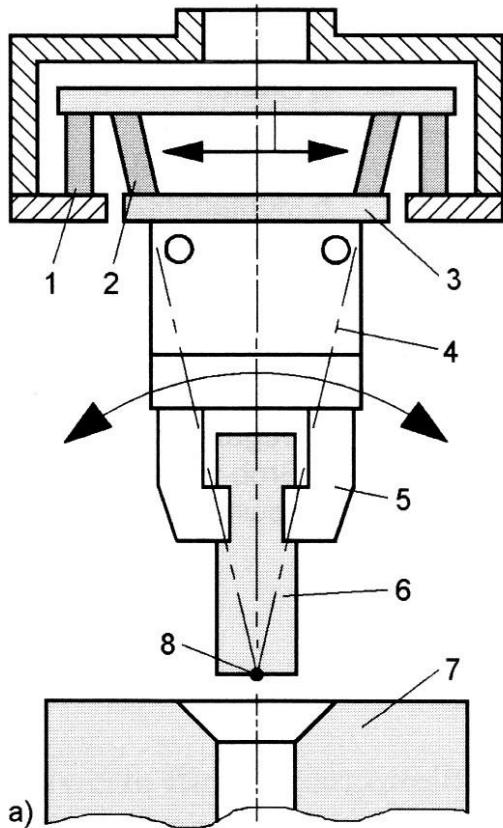
# Sauggreifer

Saugerfläche horizontal und Bewegungsrichtung vertikal (günstig)	Saugerfläche horizontal und auch Bewegungsrichtung horizontal (von Reibung beeinflusst)	Saugerfläche vertikal und Bewegungsrichtung vertikal (ungünstig, von Reibung abhängig)	<b>Einsatzfall</b>
<p>Saugerfläche horizontal und Bewegungsrichtung vertikal (günstig)</p>  <p>Diagram showing a suction gripper (2) with a horizontal base plate (1) and a vertical suction cup (3). A horizontal force <math>F_H</math> is applied to the base plate, and the gripper moves vertically upwards with acceleration <math>a</math>.</p>	<p>Saugerfläche horizontal und auch Bewegungsrichtung horizontal (von Reibung beeinflusst)</p>  <p>Diagram showing a suction gripper (2) with a horizontal base plate (1) and a vertical suction cup (3). A horizontal force <math>F_H</math> is applied to the base plate, and the gripper moves horizontally to the right with acceleration <math>a</math>.</p>	<p>Saugerfläche vertikal und Bewegungsrichtung vertikal (ungünstig, von Reibung abhängig)</p>  <p>Diagram showing a suction gripper (2) with a vertical base plate (1) and a horizontal suction cup (3). A horizontal force <math>F_H</math> is applied to the base plate, and the gripper moves vertically upwards with acceleration <math>a</math>.</p>	<p><b>Einsatzskizze</b></p> <p>1 Werkstück 2 Sauger 3 Bewegungsrichtung <math>m</math> Masse <math>\rho</math> Dichte</p>
$F_H = m \cdot (g + a) \cdot S$	$F_H = m \cdot \left( S_1 \cdot g + \frac{S_2 \cdot a}{\mu} \right)$	$F_H = \frac{m}{\mu} \cdot (g + a) \cdot S$	<p><b>Gleichung</b> Haltekraft <math>F_H</math></p>
$F_H = 3 \cdot (9,8 + 3) \cdot 1,5$	$F_H = 3 \cdot \left( 1,5 \cdot 9,8 + \frac{1,5 \cdot 3}{0,5} \right)$	$F_H = \frac{3}{0,5} \cdot (9,8 + 3) \cdot 1,5$	<p><b>Berechnung</b></p> <p><math>a = 3 \text{ m/s}^2</math> <math>\mu = 0,5</math></p>
$F_H = 58 \text{ N}$	$F_H = 71 \text{ N}$	$F_H = 115 \text{ N}$	<p><b>Ergebnis</b></p>

# Venturi meter



# Automatischer Ausgleich



- 1 Elastomerfeder für Positionsfehlerausgleich
- 2 Feder für Winkelfehlerausgleich
- 3 Flanschplatte
- 4 Greifer
- 5 Greiferfinger
- 6 Fügeteil
- 7 Montagebasisteil
- 8 virtuelle (ideelle) Drehachse

$F$  Fügekraft

$F_x$  ungelenkte Reaktionskräfte zur Lagekorrektur

$K$  Kontaktkraft

$R$  Reibung

$P_F$  Positionierfehler

$b$  Fasenbreite der Einführschraege

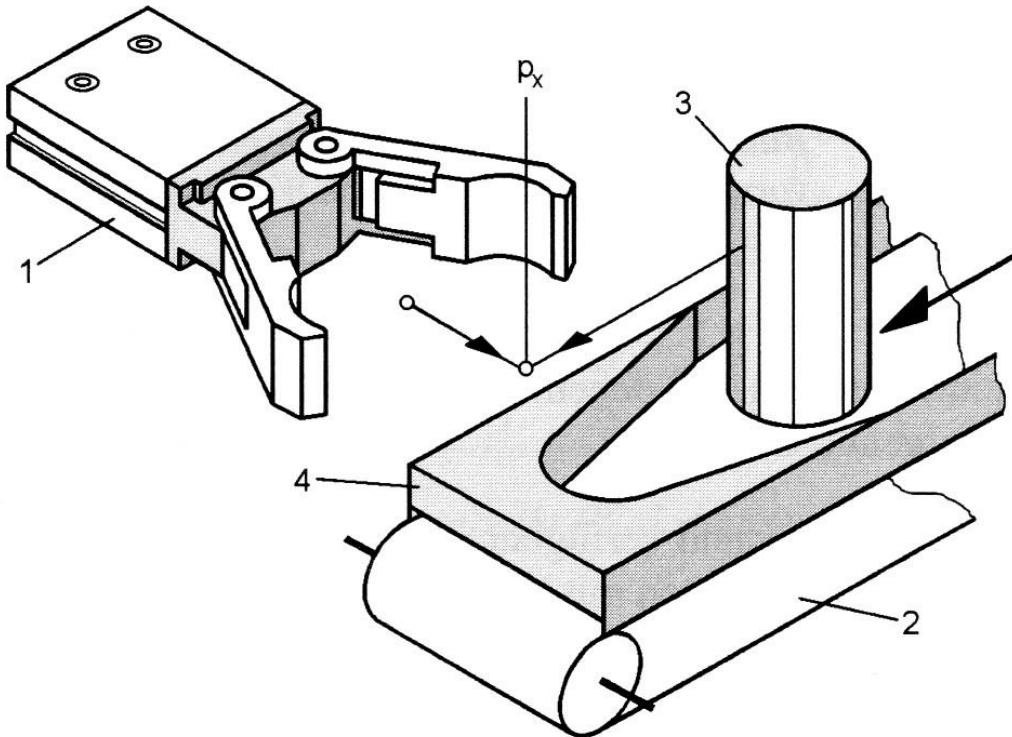
$s$  Positionsverschiebung

$\delta$  Neigungsfehler

**Bild 4.136** Allgemeiner Aufbau ungesteuerter Fügemechanismen

a) Anordnung bei idealer Achsenausrichtung, b) Prinzip der passiven Fehlerkorrektur

# Positionieren



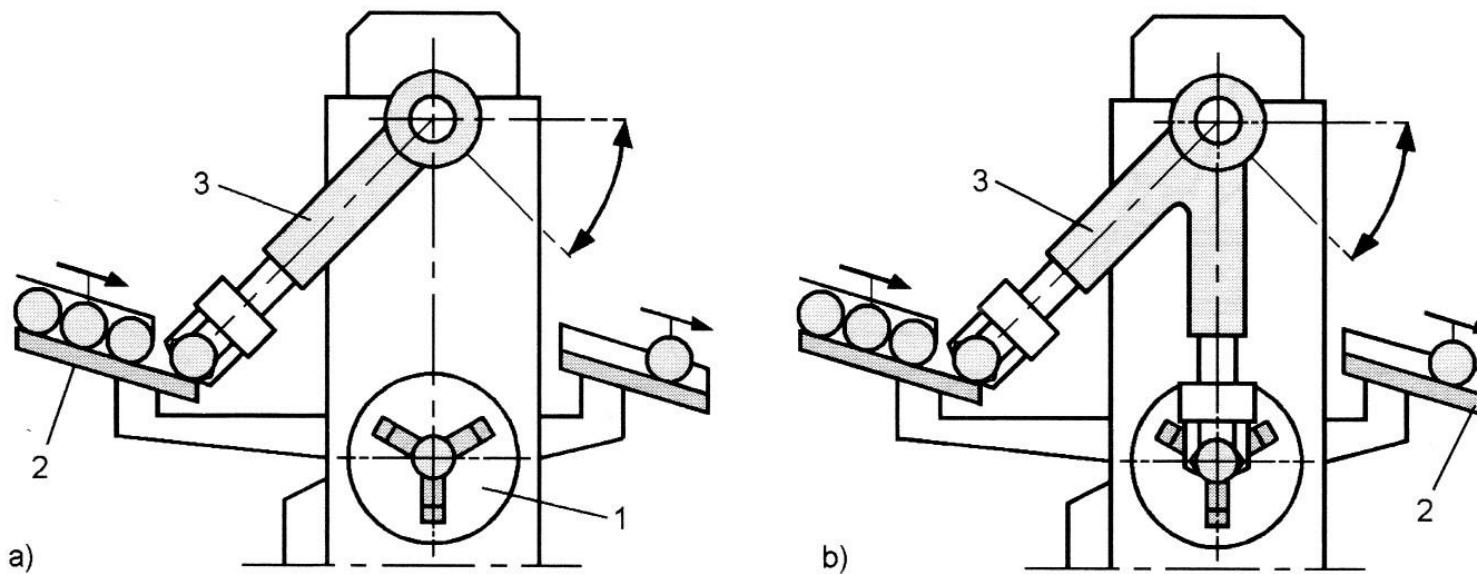
- 1 Greifer
- 2 Förderband
- 3 Werkstück
- 4 Zentrierschablone oder Zentrierprisma, Kulisse

$p_x$  Abnahmeposition, Greifposition

**Bild 4.135** Genaue Werkstückbereitstellung an einer vorgegebenen festen Position

Der Greifer packt stets in derselben Position zu. Die erreichbaren Wiederholgenauigkeiten (*repeating accuracy*) sind je nach eingesetztem Verschiebeaktor (Linearachse mit Greifer) unterschiedlich, wie die **Tabelle 4.3** ausweist.

# Einarm- und Doppelarm-Handling



**Bild 4.98** Beschicken eines Drehautomaten mit maschinenintegrierter Handhabungseinrichtung

a) Einarm-Handling, b) Doppelarmgerät

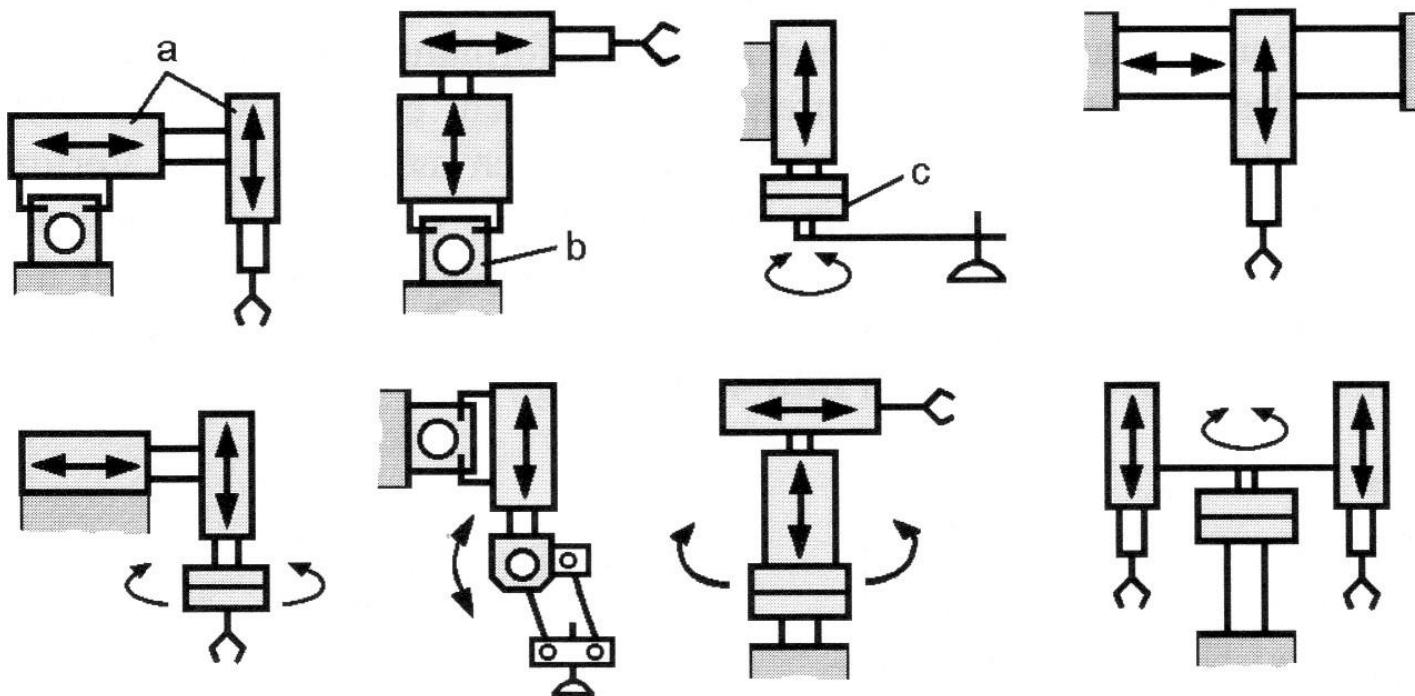
1 Drehfutter, 2 Gleit- oder Rollbahnmagazin, 3 Teleskop-Ladearm

# Konstruieren mit CAD



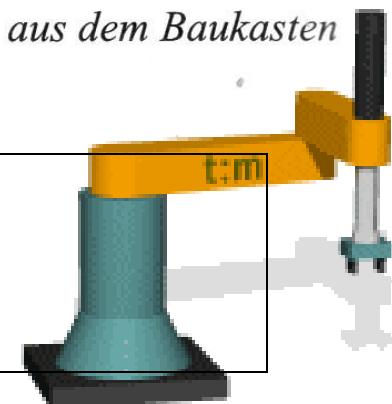
## 2.7 Weitergeben

# Pick&Place-Geräte

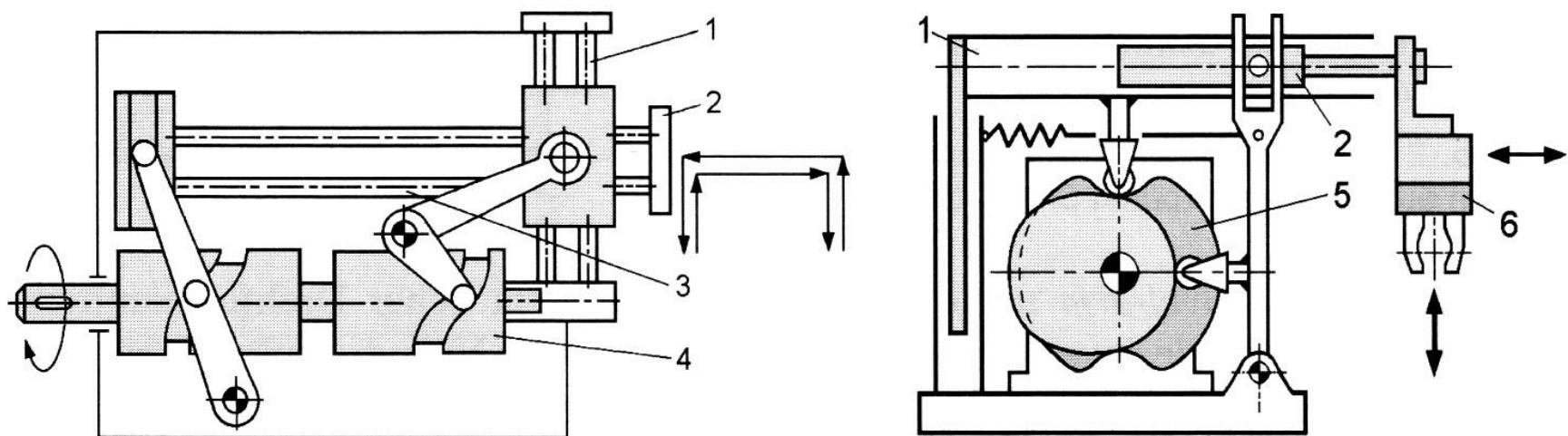


*Bild 4.84 Einige Kombinationsmöglichkeiten von Linear- und Dreheinheiten aus dem Baukasten*  
a Lineareinheit, b Querverfahreinheit, c Dreh- bzw. Schwenkeinheit

**Der Einsatz von käuflichen Robotern beim Konstruktionsprojekt ist nicht zulässig !**



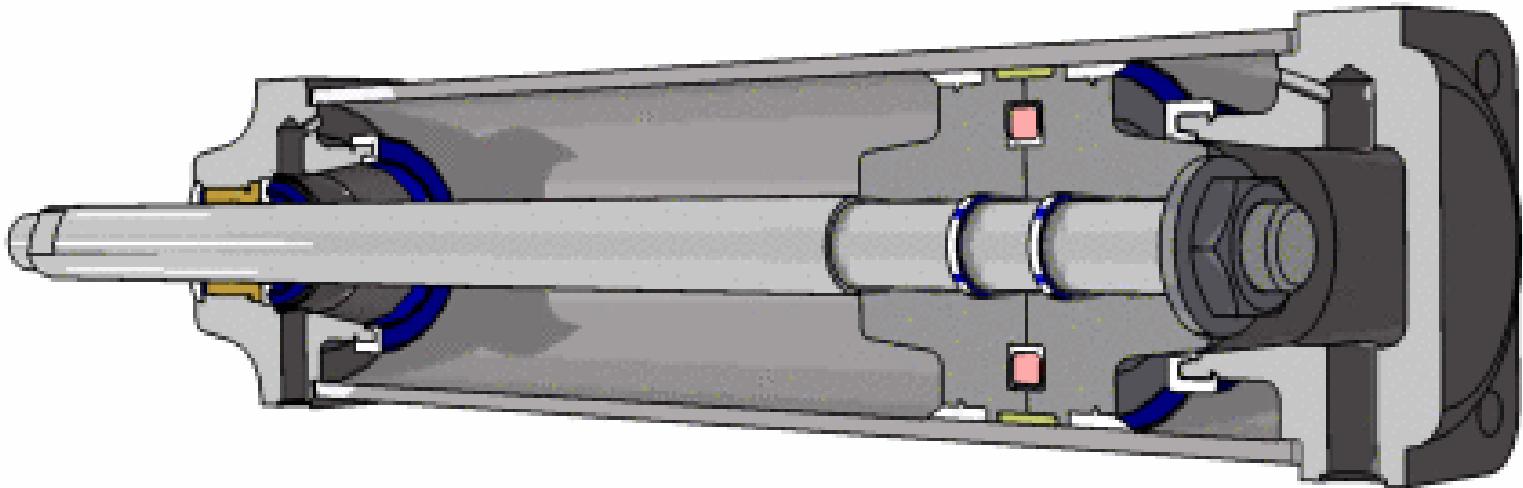
# Mechanisch gesteuerte Pick&Place-Geräte



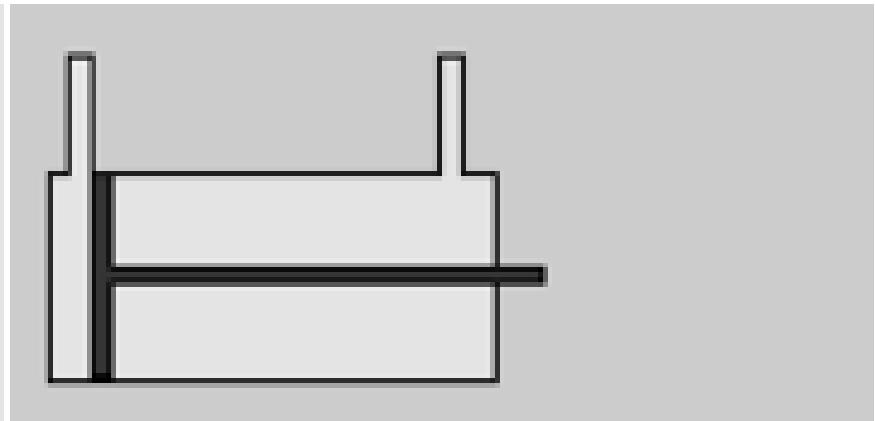
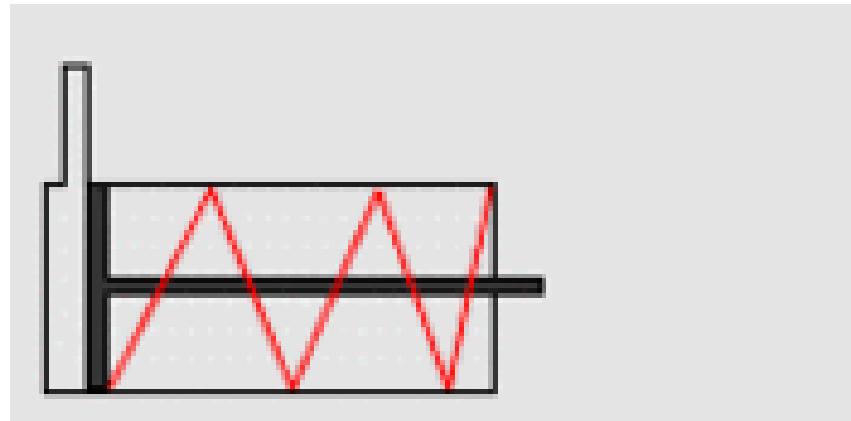
*Bild 4.92 Einlegeeinrichtungen, die mit Zylinder- oder Scheibenkurven gesteuert werden*

1 Vertikaleinheit, 2 Horizontal-Lineareinheit, 3 Geradführung, 4 Zylinderkurve, 5 Scheibenkurvenpaar  
6 Endeffektor, Greifer

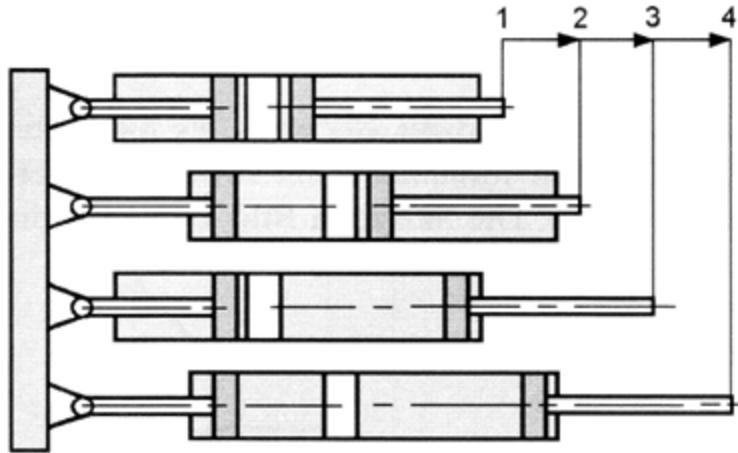
# Pneumatikzylinder



!!! Ein Zylinder ist keine Führung !!!



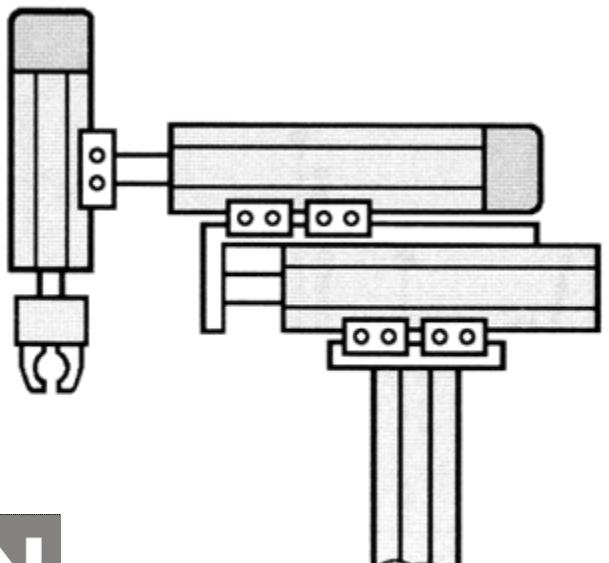
# Pneumatischer Mehrstellungsantrieb



bis 3 Stellungen pneum. realisierbar  
ab 3 - 4 Stellungen mit einem Servo

Bild Ü8 Kopplung zweier Standardzylinder

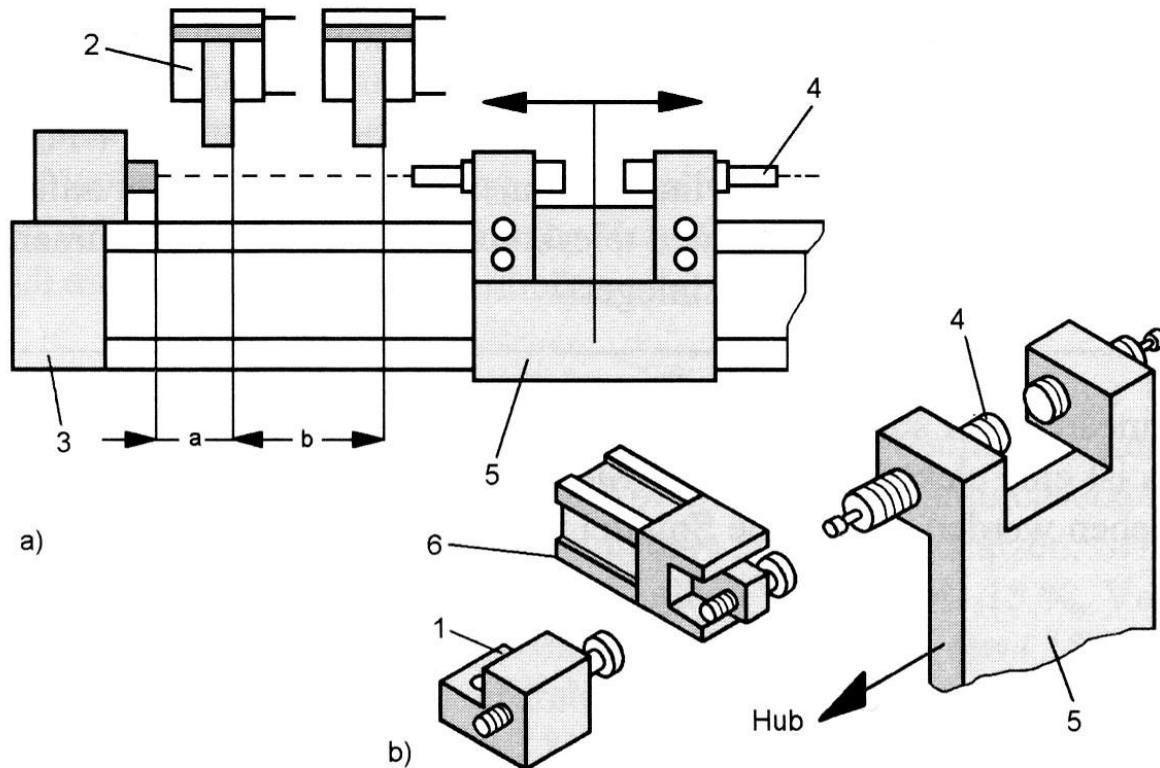
## Pneumatisches Pick&Place-Gerät mit 4 Stellungen



} nicht verwenden!  
jede Führung bringt Spiel /  
Ungenauigkeit mit sich

Bild Ü10 Eine Kombination zweier Horizontal-Lineareinheiten in der Art einer Teleskopachse

# Endlagendämpfung

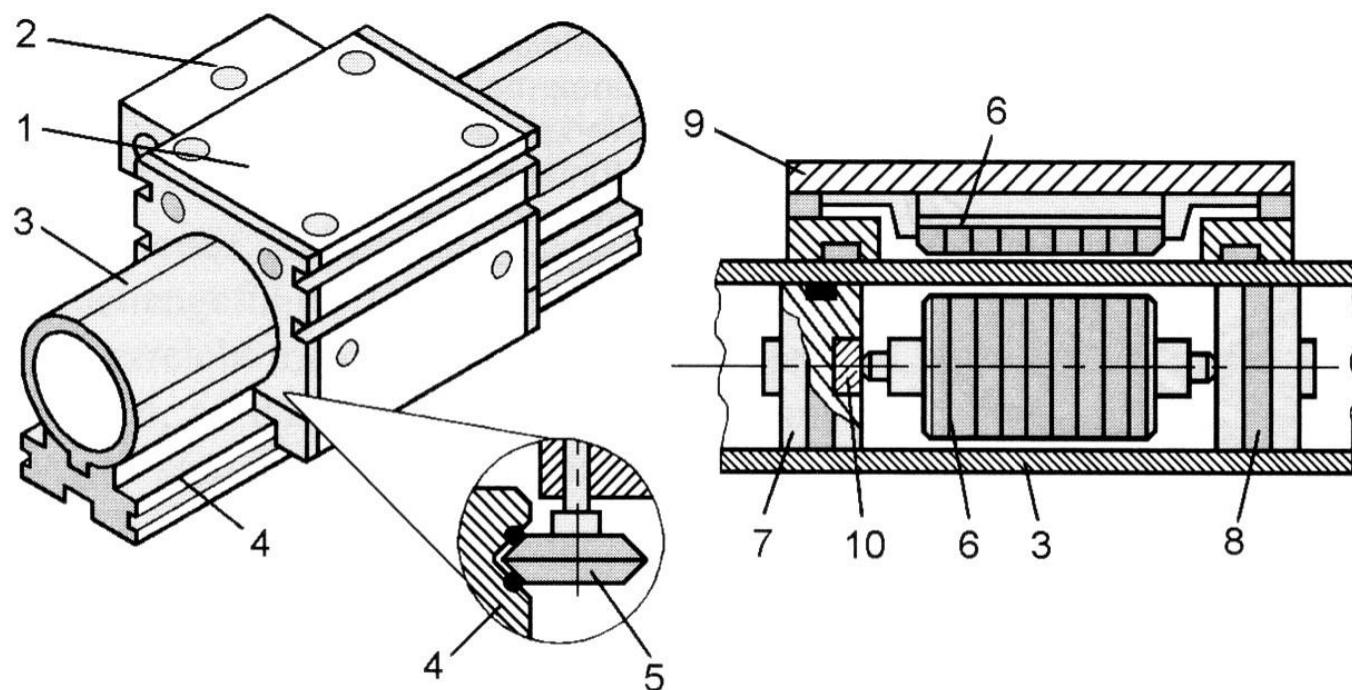


**Bild 4.86** Anschlagsystem für eine pneumatische Lineareinheit

a) Draufsicht auf eine Portalachse, b) Ausführung eines Zwischenanschlags

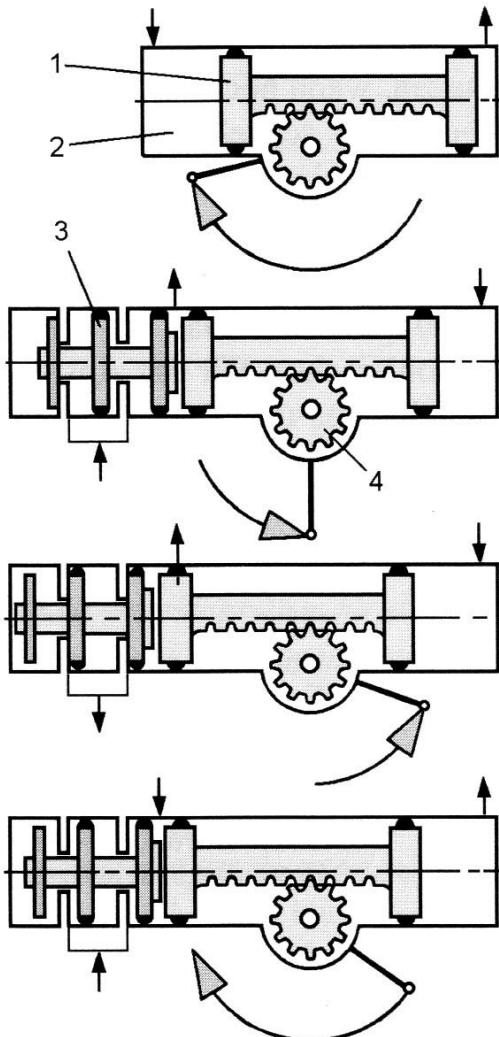
1 Endanschlag, 2 Zwischenanschlag, 3 kolbenstangenloser Arbeitszylinder mit integrierter Führung, 4 Stoßdämpfer, 5 Schlitten, 6 Kurzhubzylinder

# Kolbenstangenloser Pneumatik-Zylinder

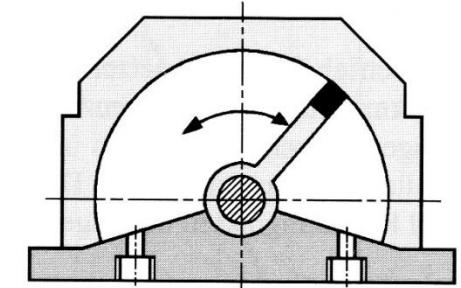
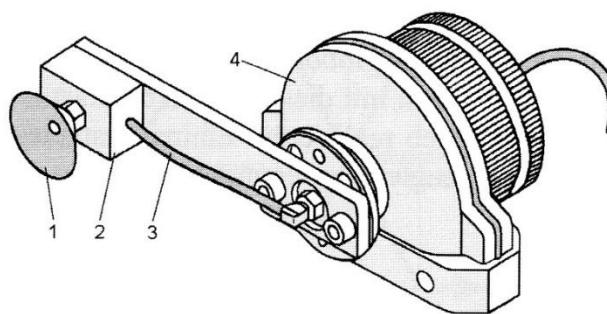


**Bild 7.17** Kolbenstangenloser Pneumatikzylinder mit Laufwagen (SMC; [www.smc-pneumatik.de](http://www.smc-pneumatik.de))

# Pneumatischer Drehantrieb



- 1 Kolben mit verzahnter Kolbenstange
- 2 Zylinder
- 3 Zwischenanschlagkolben
- 4 Drehachse (Abtrieb)

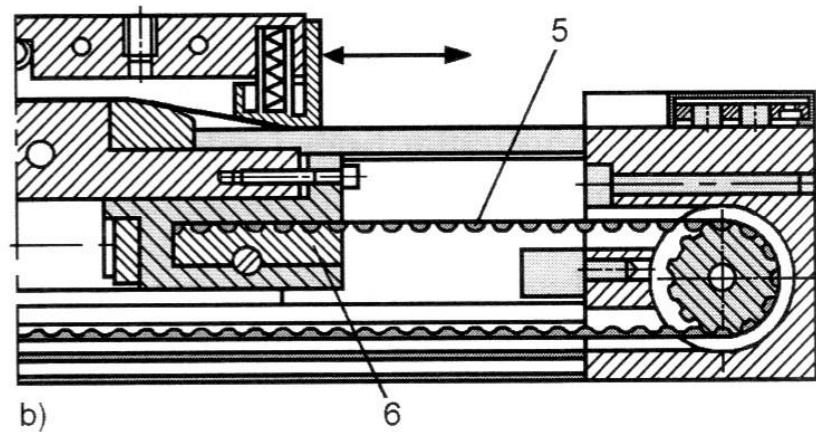
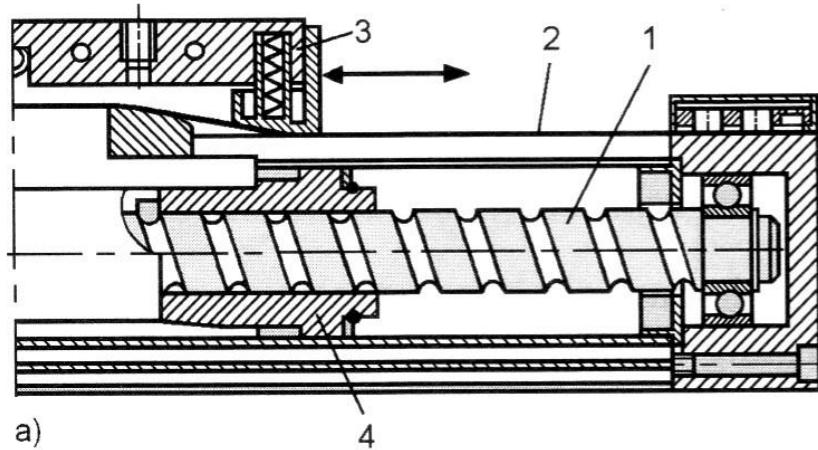
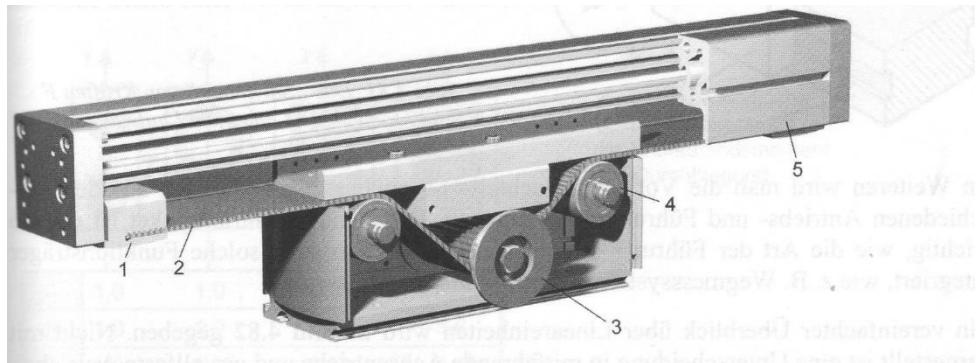
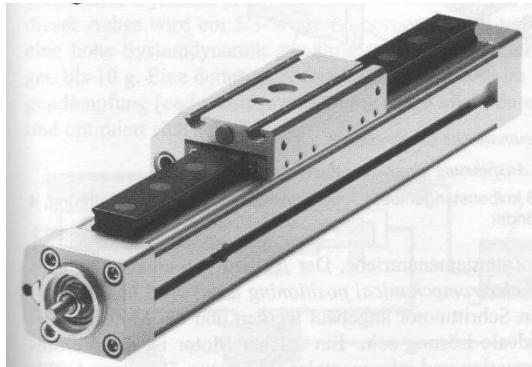


*Bild 4.91 Pneumatischer Schwenkarmmodul für Saugergreifer (Festo; [www.festo.com](http://www.festo.com))*

1 Scheibensauger, 2 Venturidüse, 3 Druckluftleitung, 4 pneumatischer Schwenkmodul

*Bild 4.89 Prinzip einer pneumatischen Schwenkeinheit mit ansetzbarem Zwischenanschlagsystem für drei Winkelpositionen (Montech; [www.montech.ch](http://www.montech.ch))*

# Linearachsen mit Spindel- und Zahnriemenantrieb

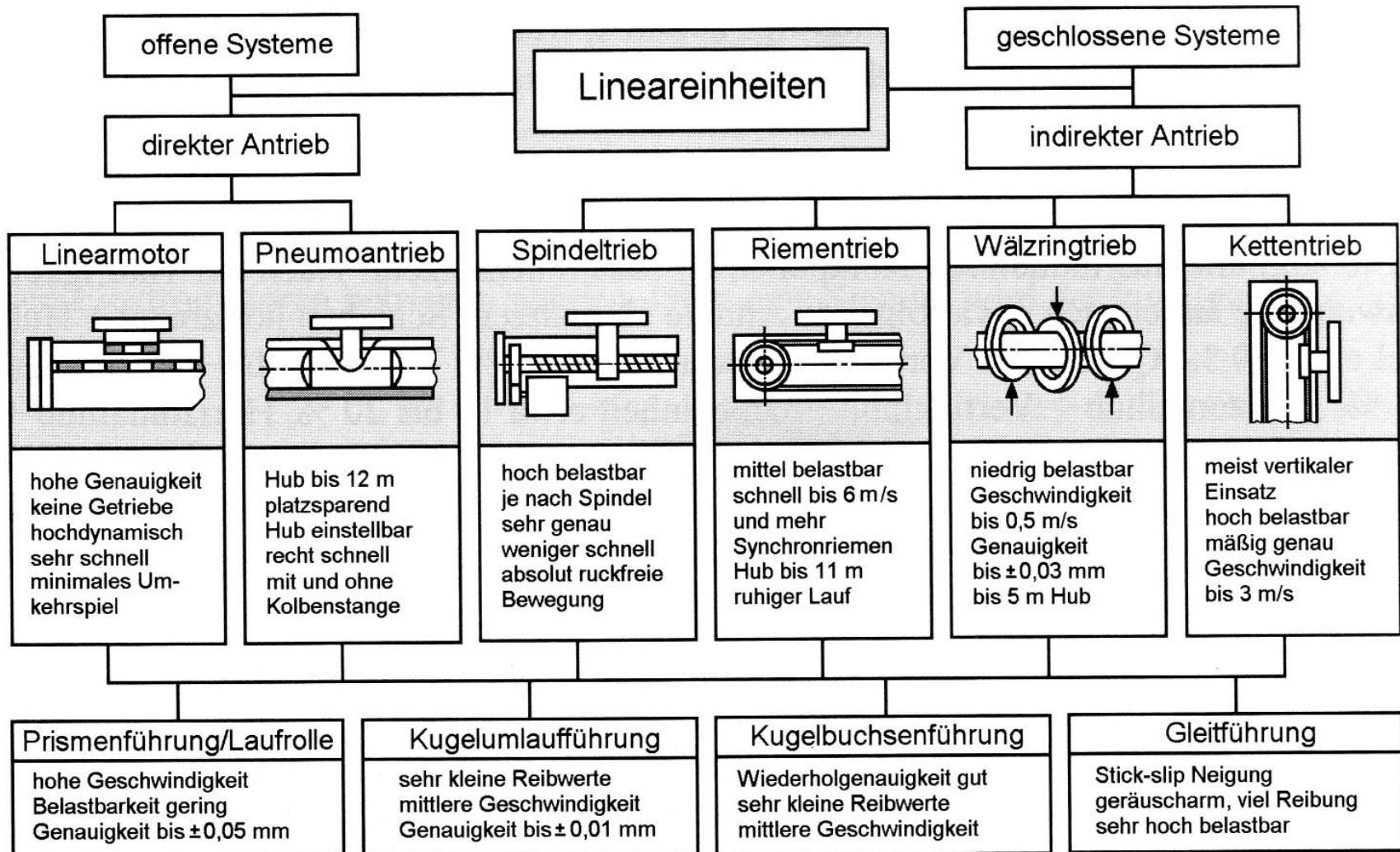


**Bild 4.87** Aufbau elektromechanischer Positionierachsen (Beispiel)

a) Achse mit Spindelantrieb, Beispieldaten: Höchstgeschwindigkeit 1,7 m/s, Hub bis 2 m, Positioniergenauigkeit  $\pm 0,02$  mm, b) Achse mit Zahnriementrieb, Beispieldaten: Höchstgeschwindigkeit 5 m/s, Hub bis 5 m, Positioniergenauigkeit  $\pm 0,1$  mm

1 Steiggewindespindel, 2 Abdeckband, 3 Schlitten, 4 Mutter, 5 Synchronriemen, 6 Befestigungsplatte

# Lineareinheiten



**Bild 4.82** Grobgliederung von Lineareinheiten nach antriebstechnischen Aspekten

# Daten verschiedener Linearantriebe

Antrieb	Lineargeschwindigkeit	Wiederholgenauigkeit	Vorschubkraft
Zahnriementrieb	hoch; mehr als 6 m/s	$\pm 0,1 \dots \pm 0,05$ mm	mittel; 3000 N
Kugelgewindetrieb	niedrig; max. 1,5 m/s	$\pm 0,01 \dots \pm 0,005$ mm	hoch; 10 000 N
Gleitgewindetrieb	sehr niedrig; 0,05 m/s	$\pm 0,5 \dots \pm 0,1$ mm	hoch
Kettentrieb	mittel; max. 3 m/s	$\pm 1 \dots \pm 0,5$ mm	hoch; 10 000 N

Parameter	Werkzeugmaschinen	Handhabungstechnik
Geschwindigkeit	bis 1,5 m/s	bis 5 m/s oder höher
Wiederholgenauigkeit	0,01 mm oder besser	0,2 bis 0,5 mm
Vorschubkraft	5000 N	2500 N

**Tabelle 4.1** Anforderungen an Linearmodule

# Belastbarkeiten von Linearachsen

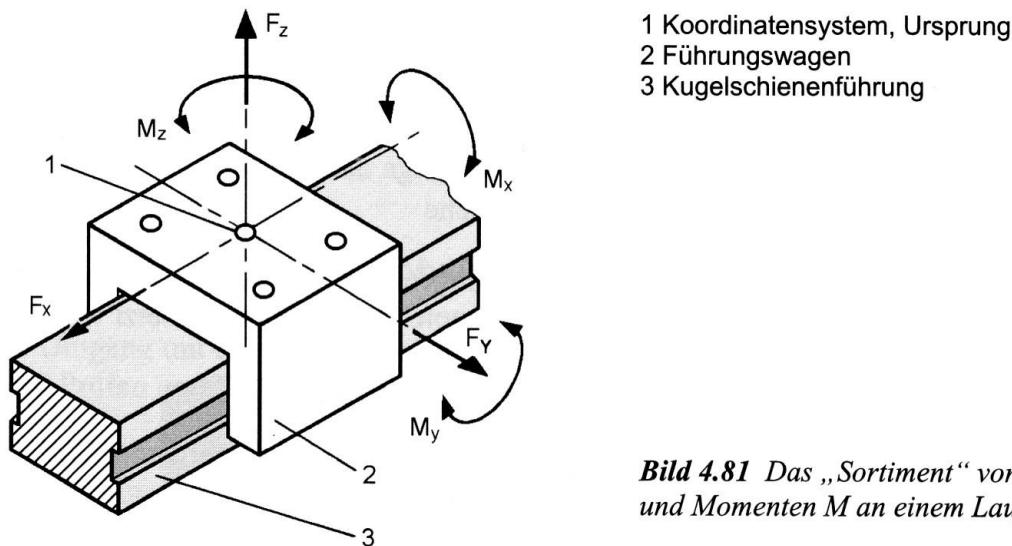
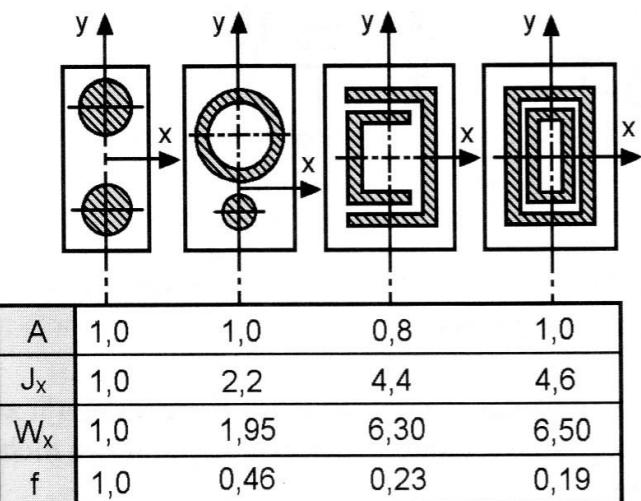


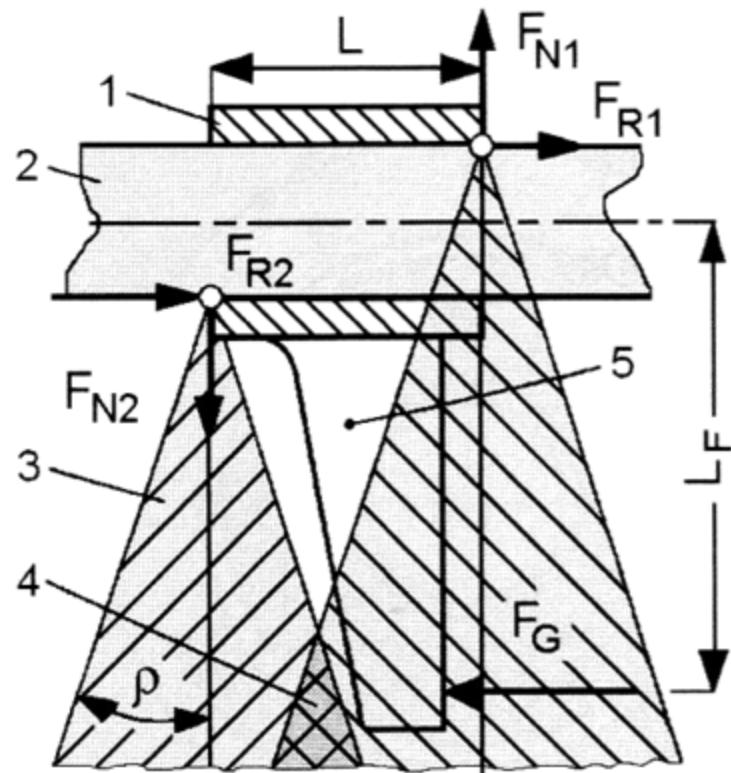
Bild 4.81 Das „Sortiment“ von Kräften  $F$  und Momenten  $M$  an einem Laufwagen



A Querschnittsfläche  
 $J_x$  Trägheitsmoment  
 $W_x$  Widerstandsmoment  
f Durchbiegung

Bild 4.83 Vergleich einiger Führungsquerschnitte von Linearachsen

# Erforderliche Führungslänge



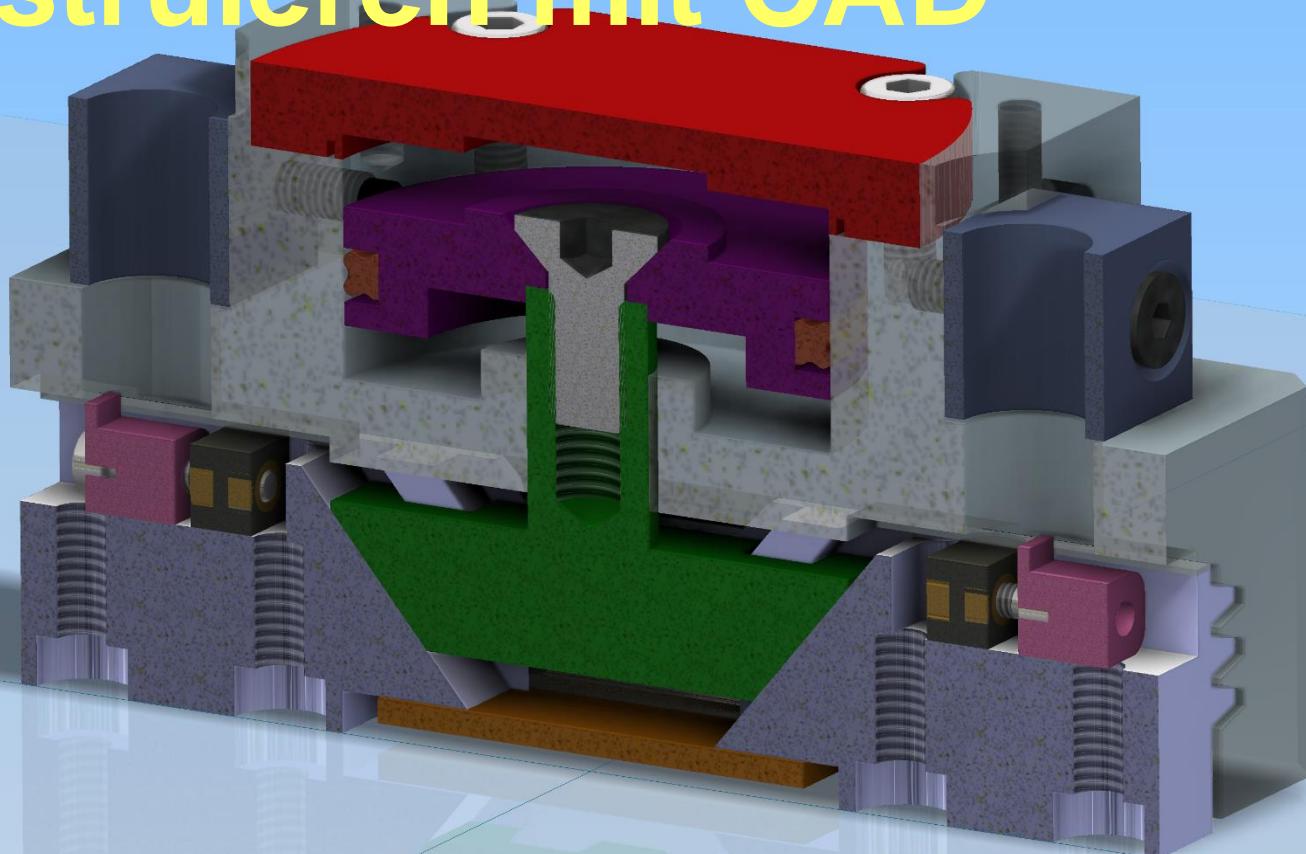
- 1 Schieber
- 2 Rundführung (Durchmesser  $d$ )
- 3 Reibungskegel
- 4 Überdeckungsfläche
- 5 Finger

- $F_G$  Greifkraft
- $F_R$  Reibungskraft
- $F_N$  Stützkraft
- $\rho$  Reibungswinkel
- $L$  Führungslänge
- $L_F$  Fingerlänge

Bild 4.195 Kräfte an einer Zylinderführung

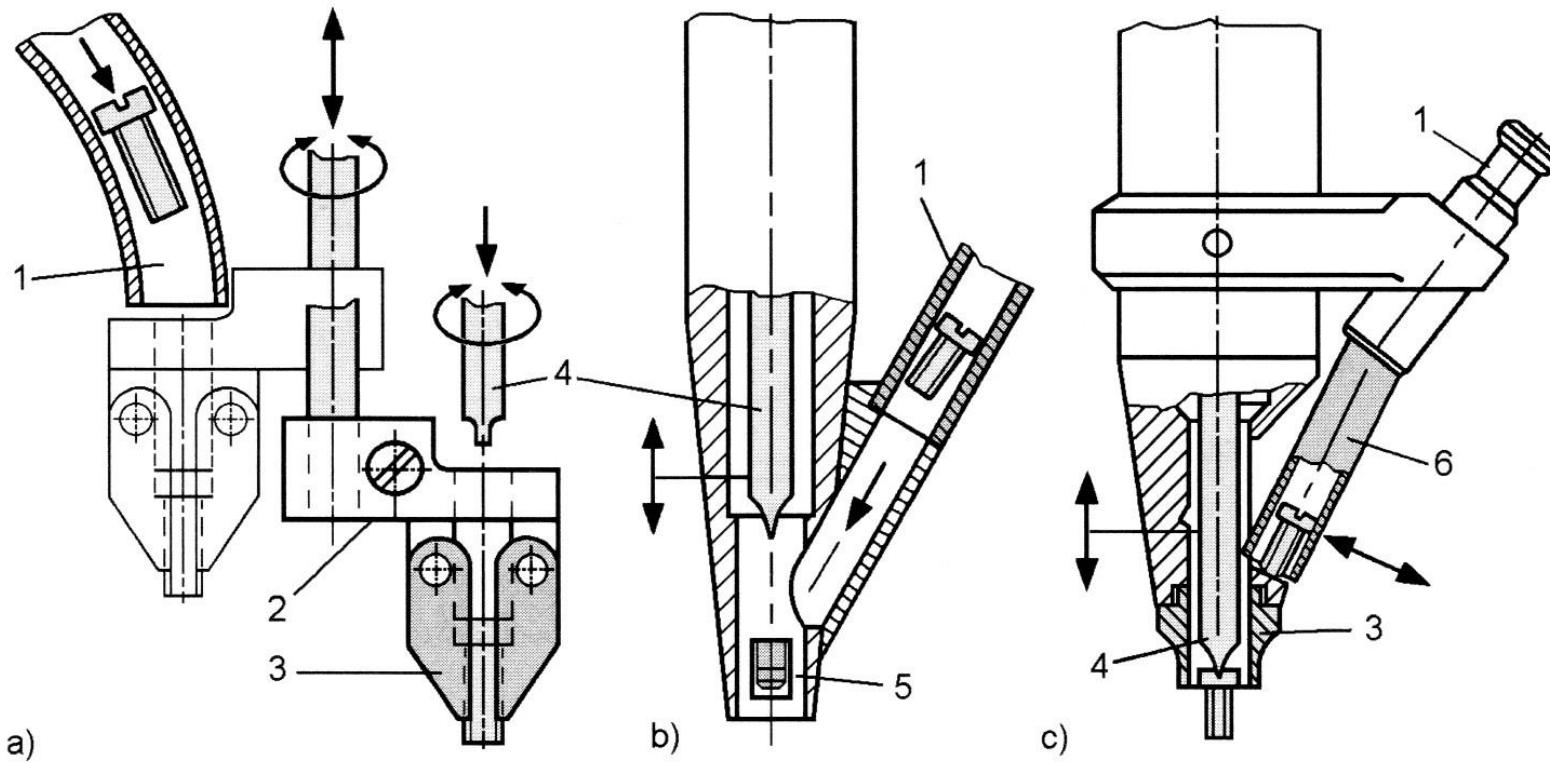


# Konstruieren mit CAD



## 2.8 Schrauben

# Schraubenzuführung

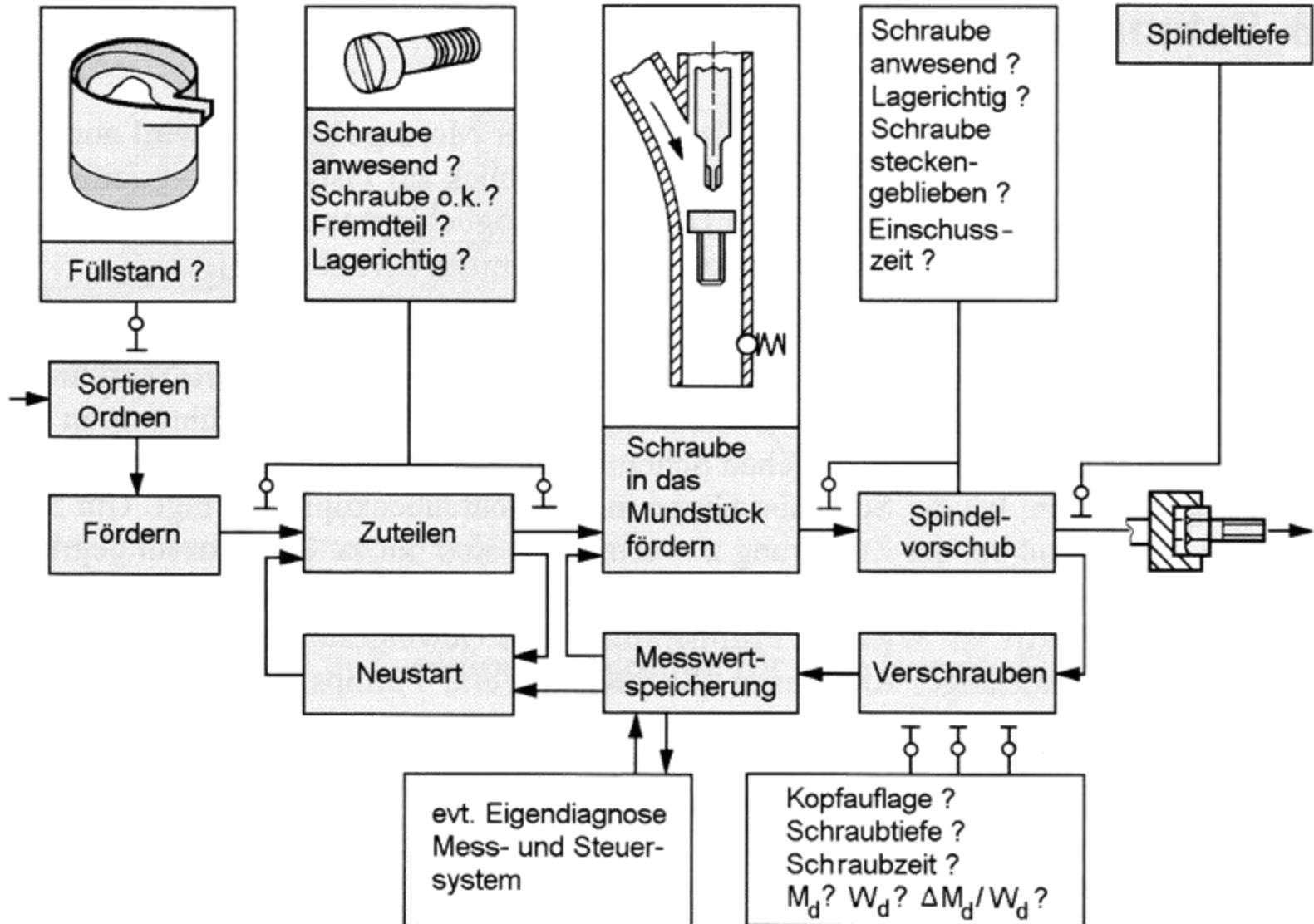


**Bild 4.233** Schraubermundstück ([www.weber-online.com](http://www.weber-online.com); [www.sortimat.de](http://www.sortimat.de))

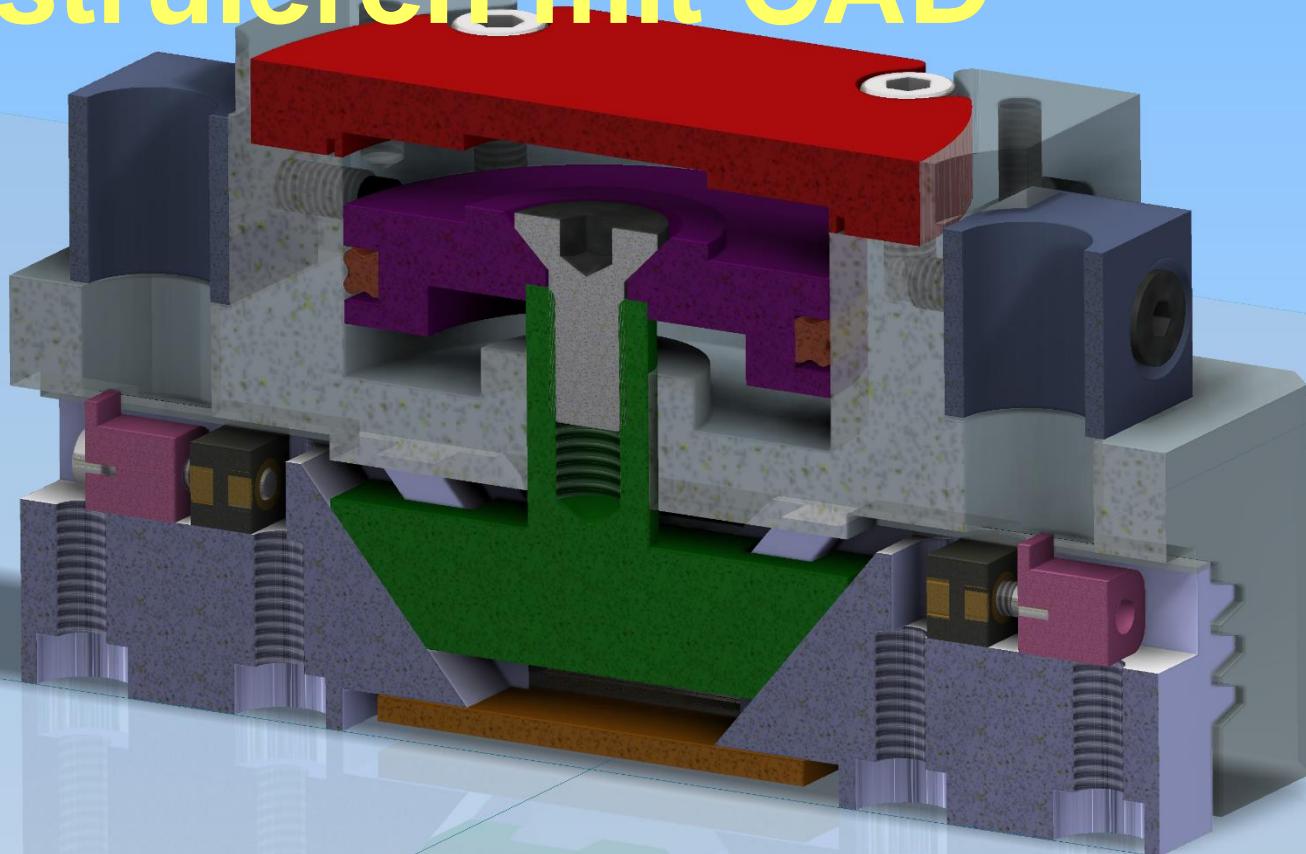
a) Schwenkmundstück (Sortimat), b) Fallrohrmundstück, c) ausschwenkbares Fallrohr (Weber)

1 Fallrohr, 2 Schwenkarm, 3 Mundstück, 4 Schraubendreherklinge, 5 seitliche Flach-Haltefeder, 6 flexibles Fallrohr

# Schraubenzuführung



# Konstruieren mit CAD

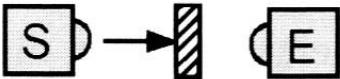
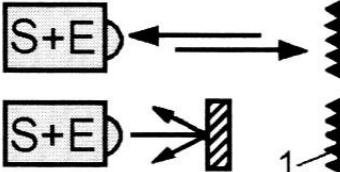
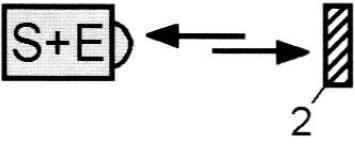
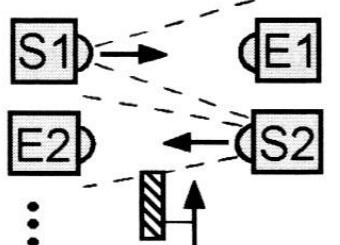


## 2.9 Prüfen

# Prüfen auf „Vorhandensein“

- Handhabungsteile
    - Vorhanden / nicht Vorhanden
    - Lage- bzw. Positionserkennung
    - Typerkennung
    - Gut-Schlecht-Teile-Erkennung
  - Bewegte Maschinenteile
    - Sollposition erreicht
    - Endlagenabfrage
    - Referenzposition (Null-Stellung)
- Berührende oder berührungslose Schalter  
(Kapazitive oder induktive Näherungsschalter)

# Lichtschranken

Bezeichnung	Anordnung	Erläuterung
Einweglicht-schranke	 	Sender (S) und Empfänger (E) sind voneinander getrennt und liegen sich gegenüber. Es wird die Unterbrechung des Lichtstrahls ausgenutzt. Reichweite: bis 30 Meter
Reflexlicht-schranke		Sender und Empfänger sind in einem Gehäuse untergebracht. Zusätzlich wird ein Reflektor (1) nötig. Man wertet die Unterbrechung des Strahls aus. Einsatz: bis 4 Meter
Reflexlicht-taster		Sender und Empfänger haben ein gemeinsames Gehäuse. Reflektiertes Licht strahlt zum Empfänger zurück. Das Objekt (2) selbst wirkt als Reflektor. Einsatz: von 0,1 bis 0,4 Meter
Mehrstrahl-lichtschrankensysteme		Bei geringem Abstand von Lichtschranken kann ein Mehrstrahl - Sender mehrere Empfänger anstrahlen (ansteuern), was zu Fehlauswertungen führt. Deshalb sind Sender und Empfänger wechselseitig anzutragen (wie dargestellt) oder nacheinander zu aktivieren und auszuwerten.

# Orientierungserkennung

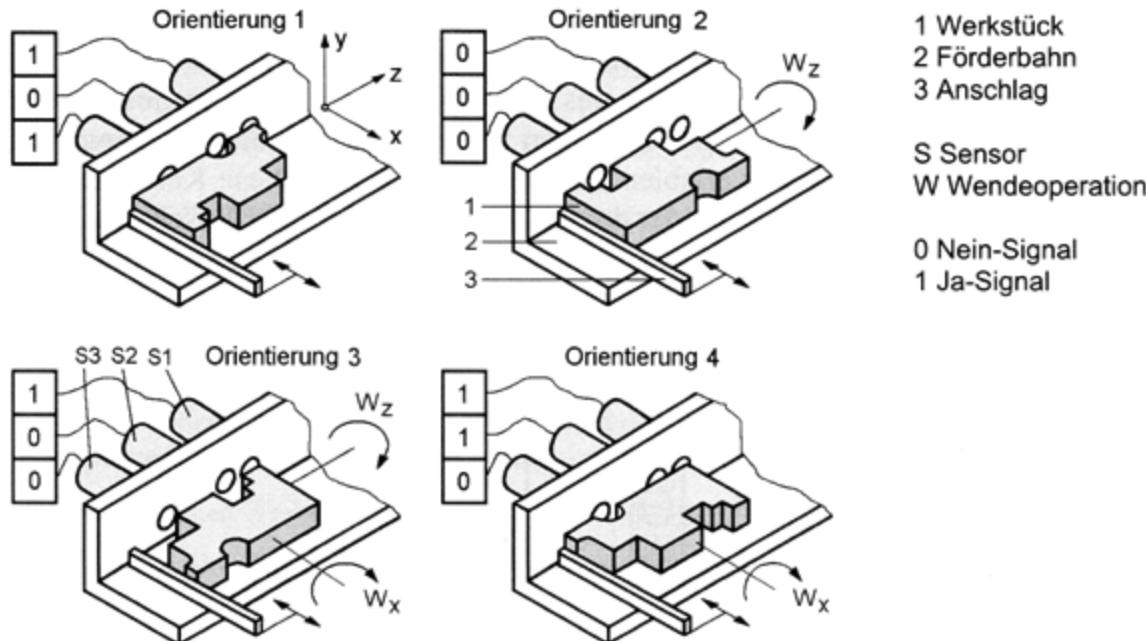
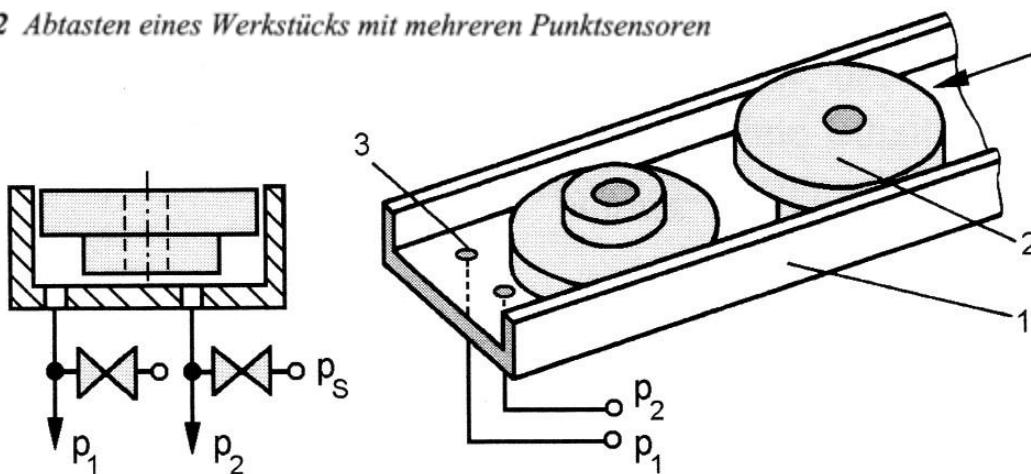


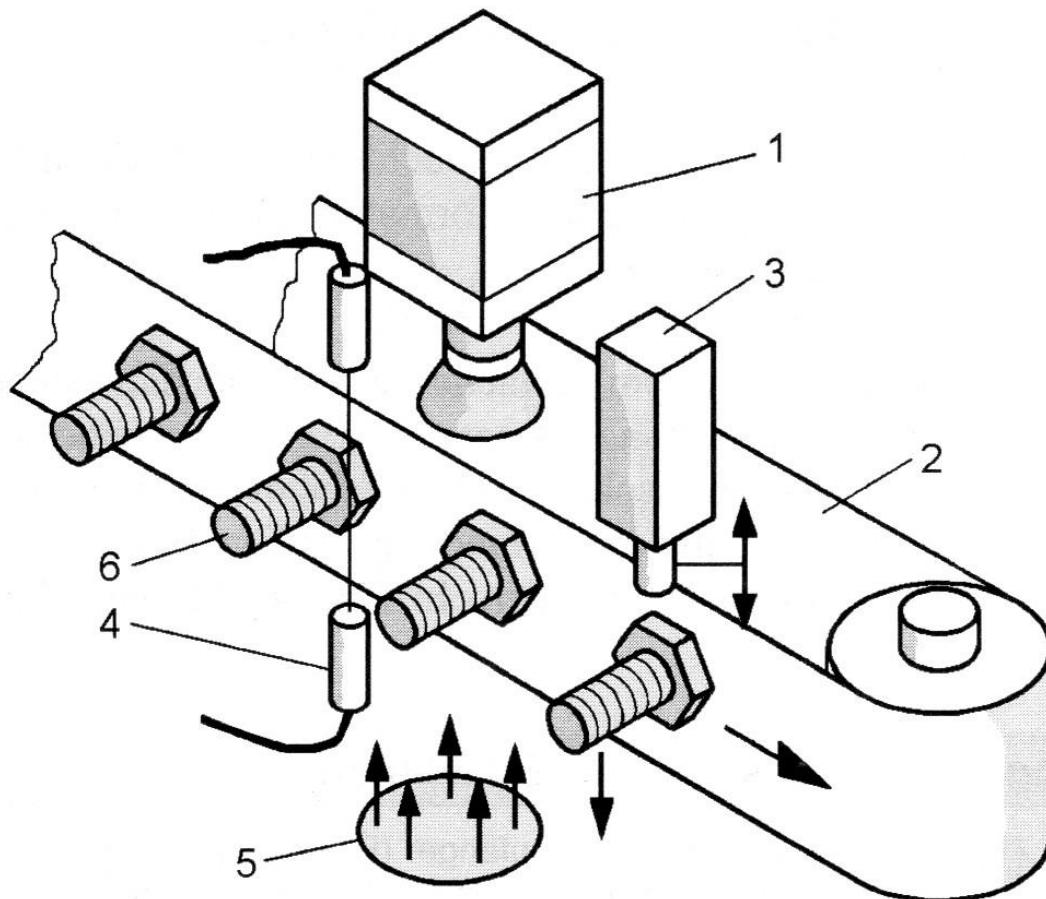
Bild 4.132 Abtasten eines Werkstücks mit mehreren Punktsensoren



1 Zuführgleitrinne  
2 Werkstück in Falschlage  
3 Pneumatikdüse

Bild 4.217 Kontrolle der Orientierung eines Flanschteiles

# Ausschleusen von Fehltypen



- 1 Vollbildkamera
- 2 magnetisches Förderband
- 3 Auswerfer
- 4 Triggerlichtschranke
- 5 telezentrische LED-Lichtquelle
- 6 Prüfobjekt Maschinenschraube

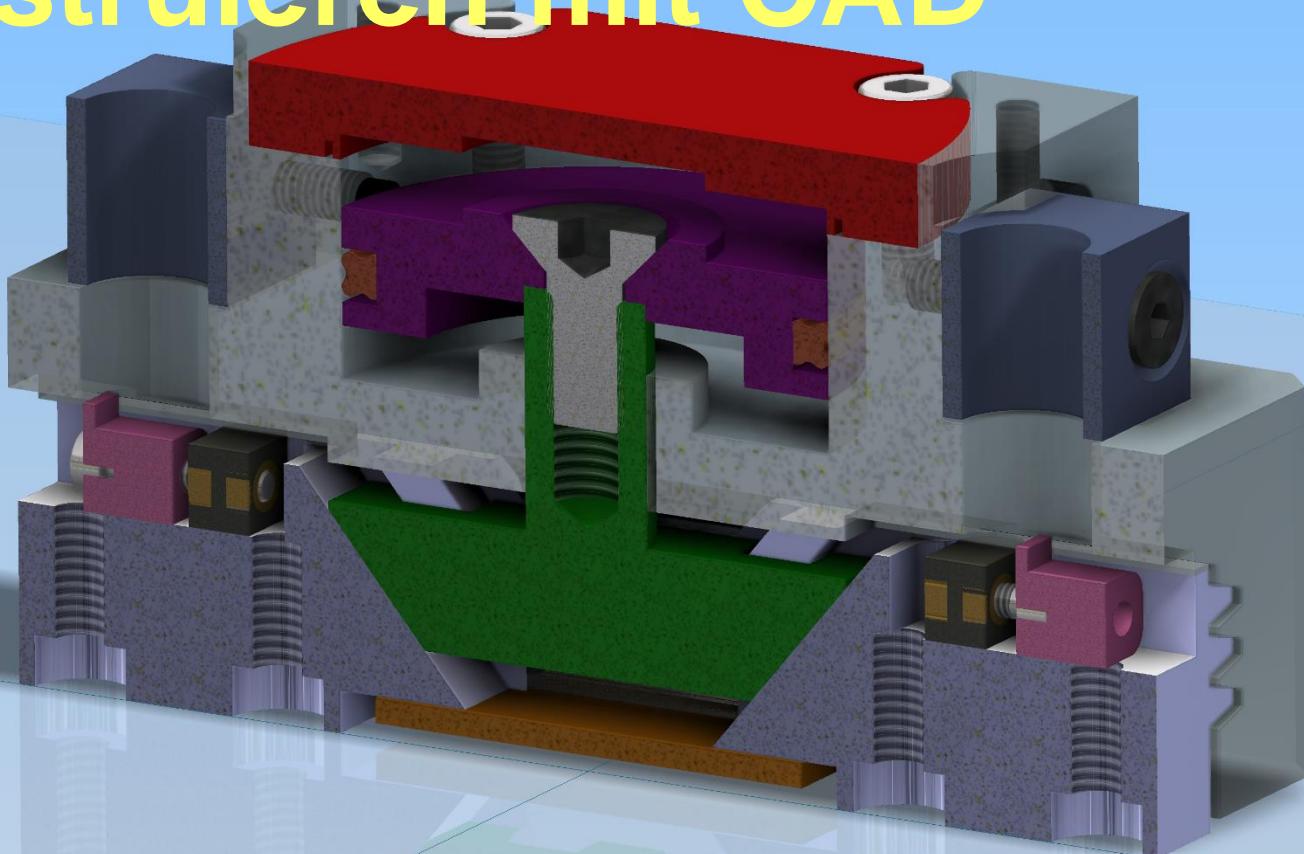
Prüfleistung: 360 Stück/min

*Bild 4.213 Prinzip eines optisch-visuellen Schraubenprüfsystems (VDH Systemtechnik) ([www.vdh-systemtechnik.de](http://www.vdh-systemtechnik.de))*

# Messwerterfassung

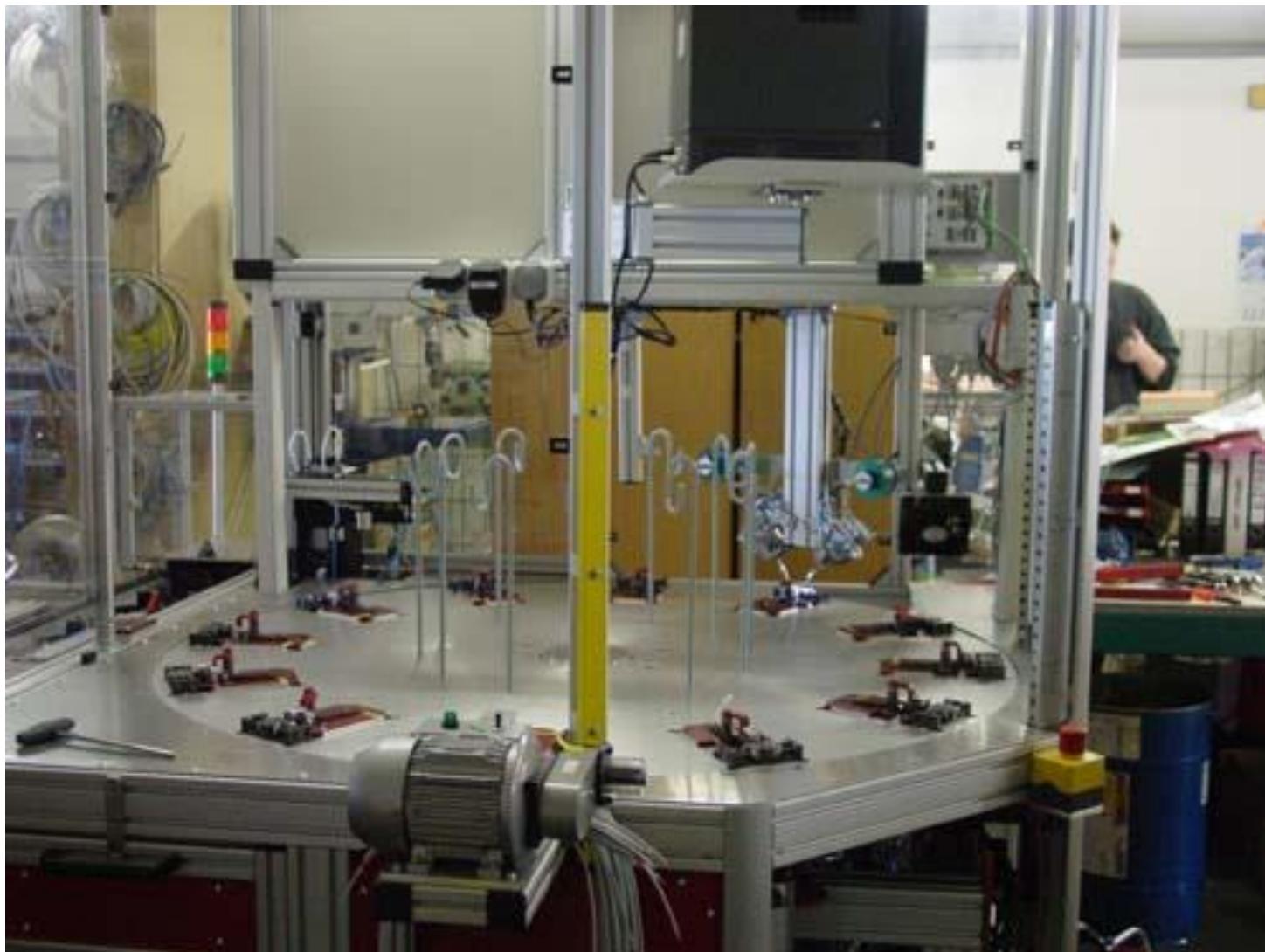
- Teileinformationen
  - Abmessungen (Toleranzen)
  - Zustell- oder Fahrwege
  - Form- und Lage(-abweichungen)
  - Bearbeitungskräfte (z.B. Einpressen)
- Prozessdaten
  - Taktzeiten
  - Prozesskräfte
  - Materialverbrauch

# Konstruieren mit CAD

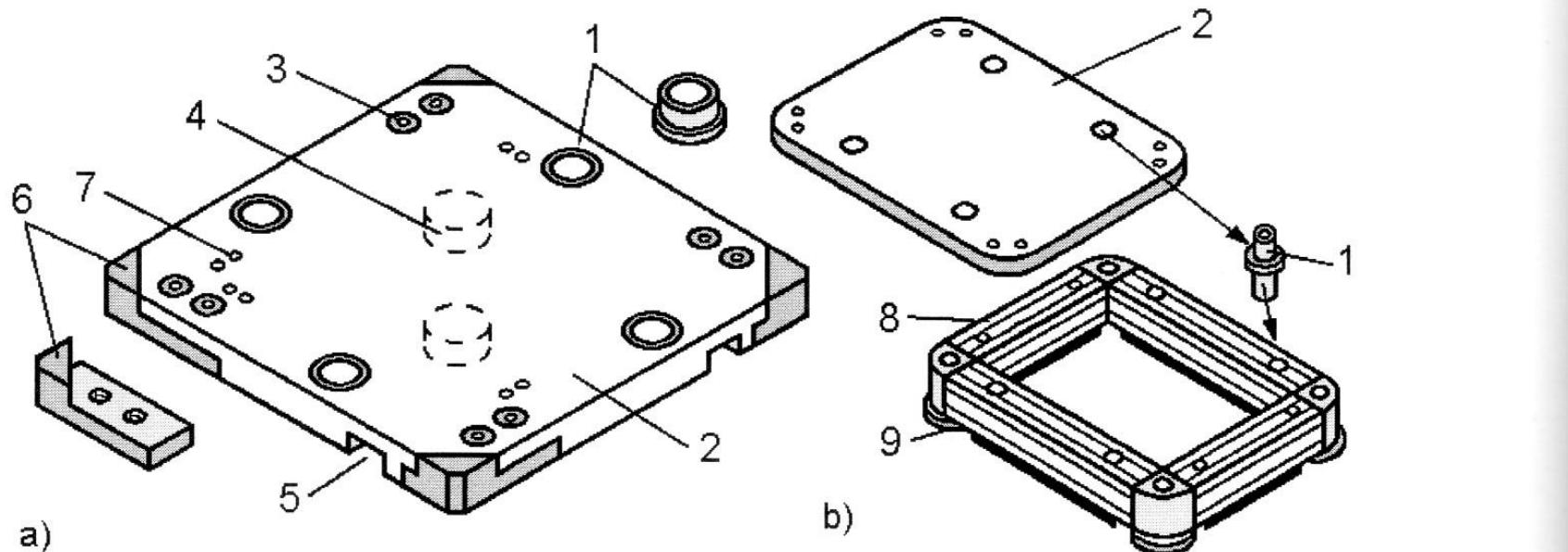


## 2.10 Verkettung

# Rundtisch (getaktet)



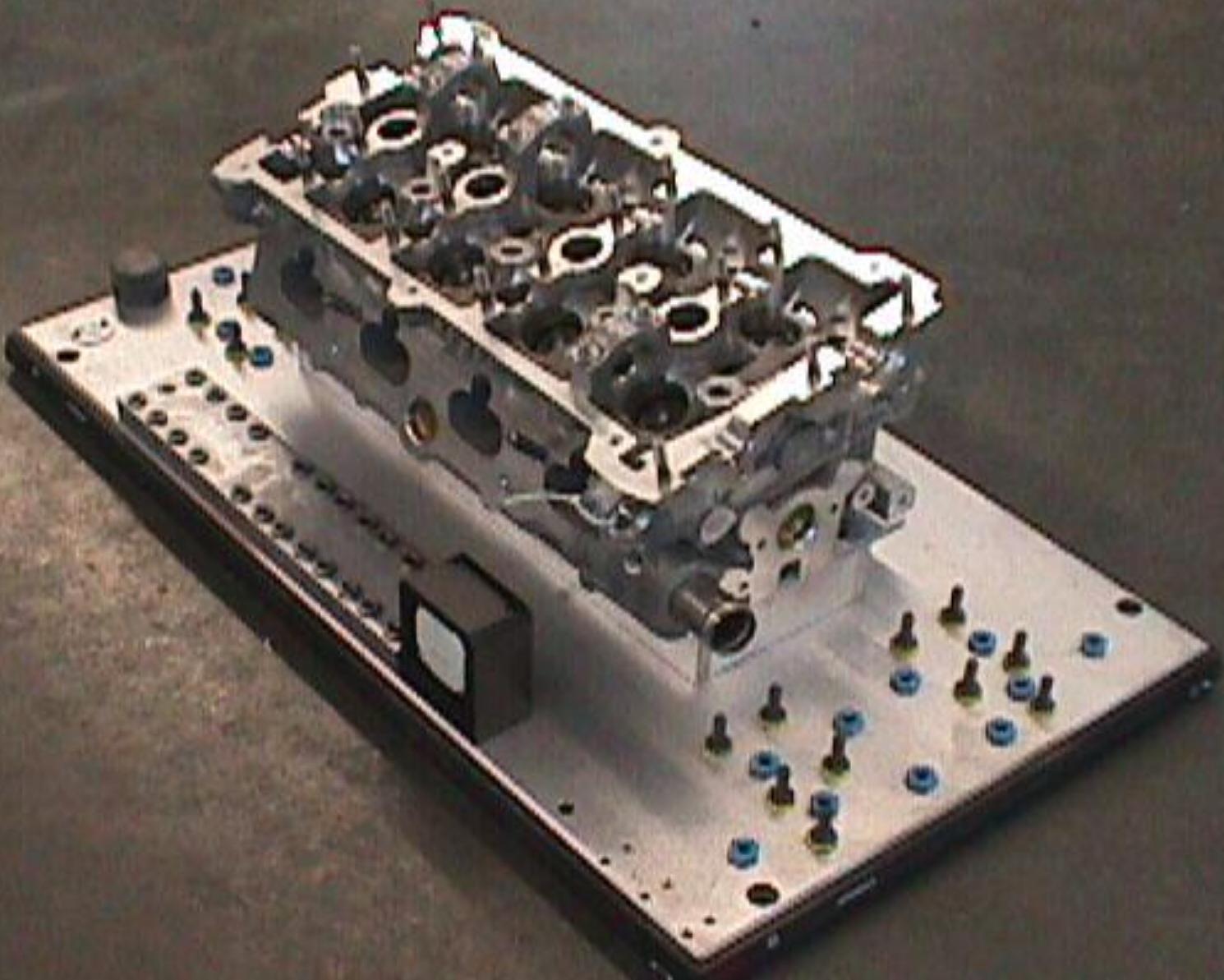
# Werkstückträger-Baukastensystem

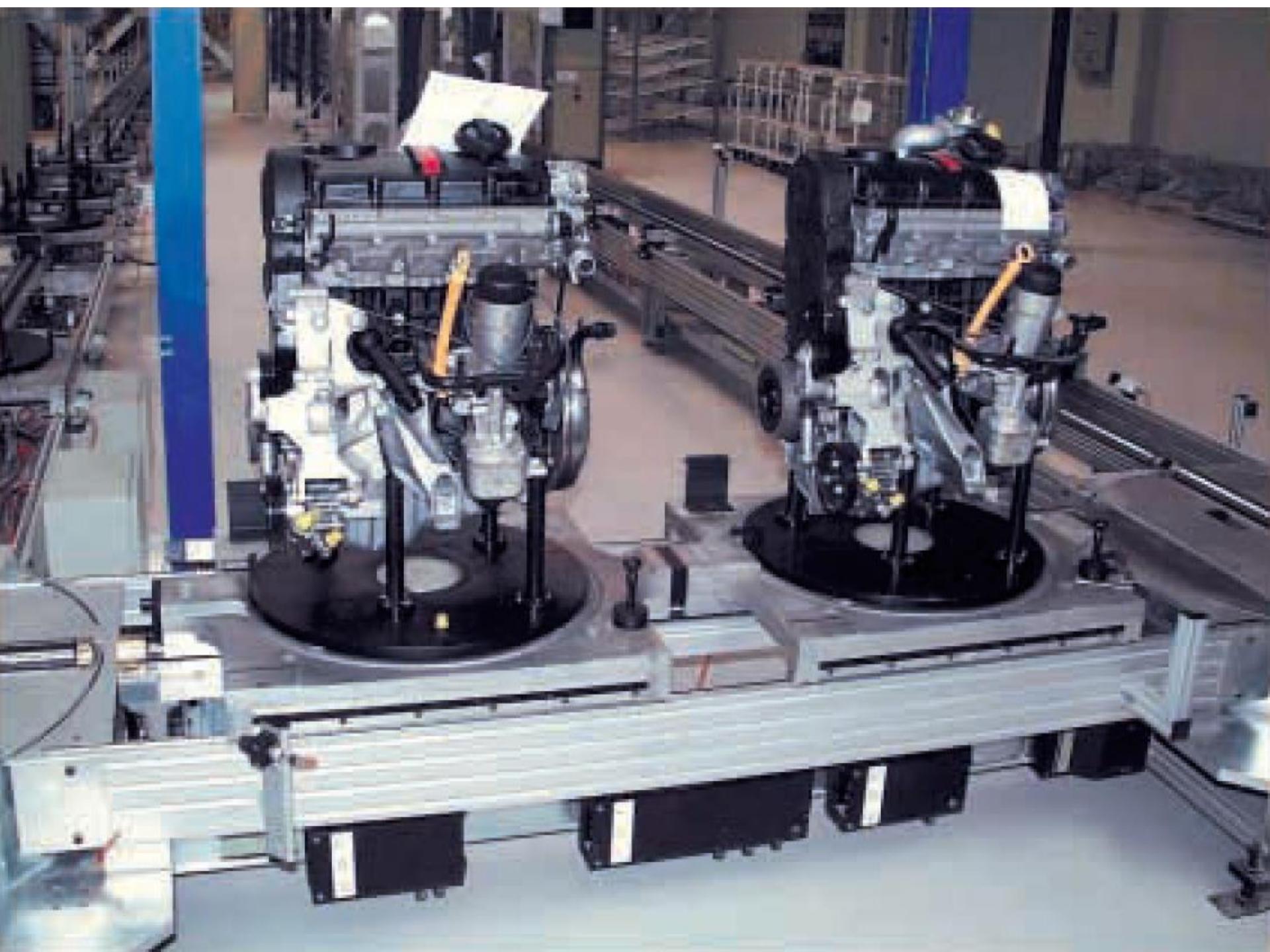


**Bild 7.22** Ausführung von Werkstückträgern ([www.stein-automation.de](http://www.stein-automation.de); [www.altratec.de](http://www.altratec.de))

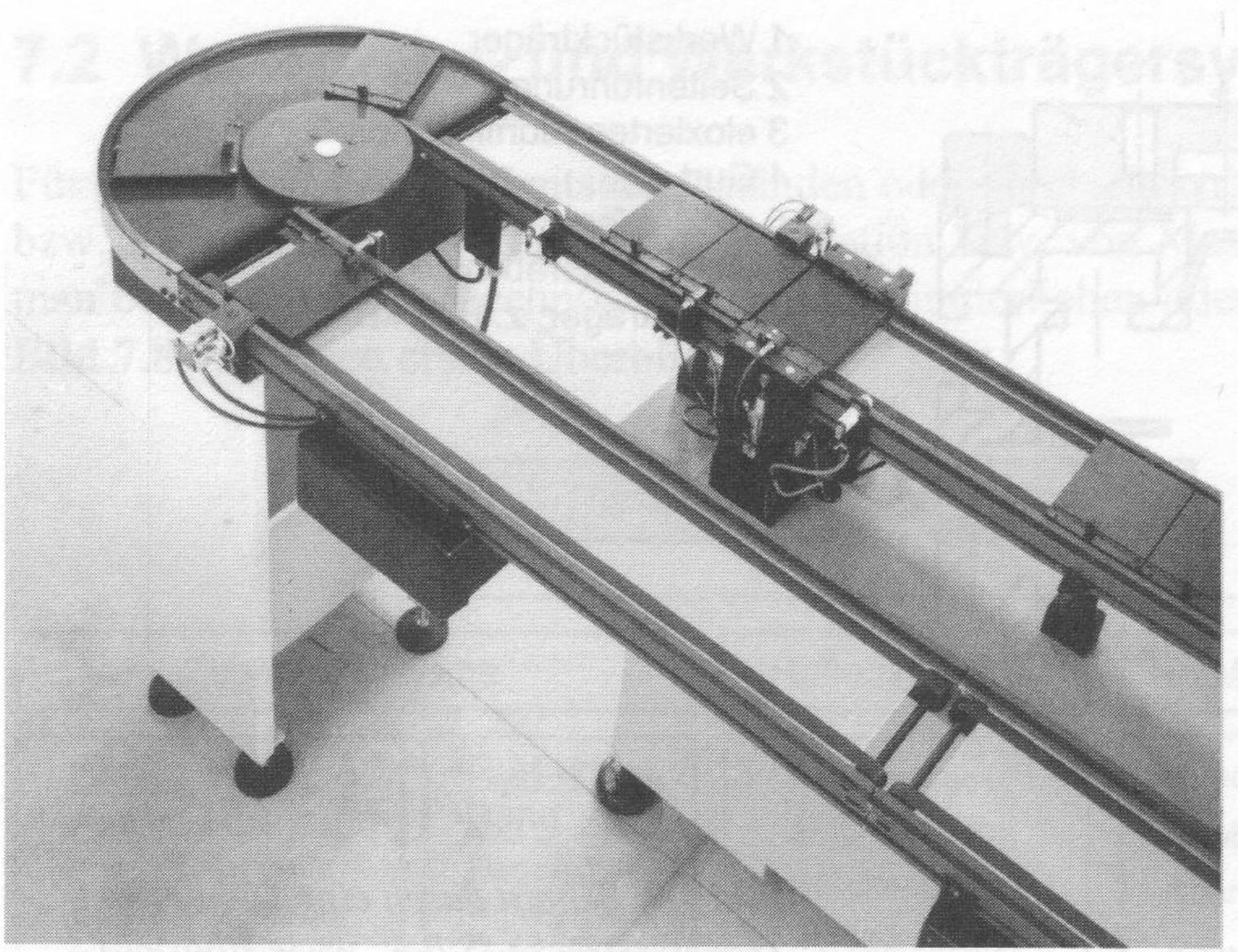
a) Plattenaufbau, b) Rahmenaufbau

1 Zentrierbuchse, 2 Arbeitsplatte, Aluminium hartcoatiert, 3 Befestigungsschraube, 4 eingeklebter Codeträger, 5 Mitte Zentrierleiste, 6 Anschlagplatte, gehärtet, 7 Zentrierstift, 8 Rahmen als Aluminiumprofil, 9 Eckenanlaufrolle

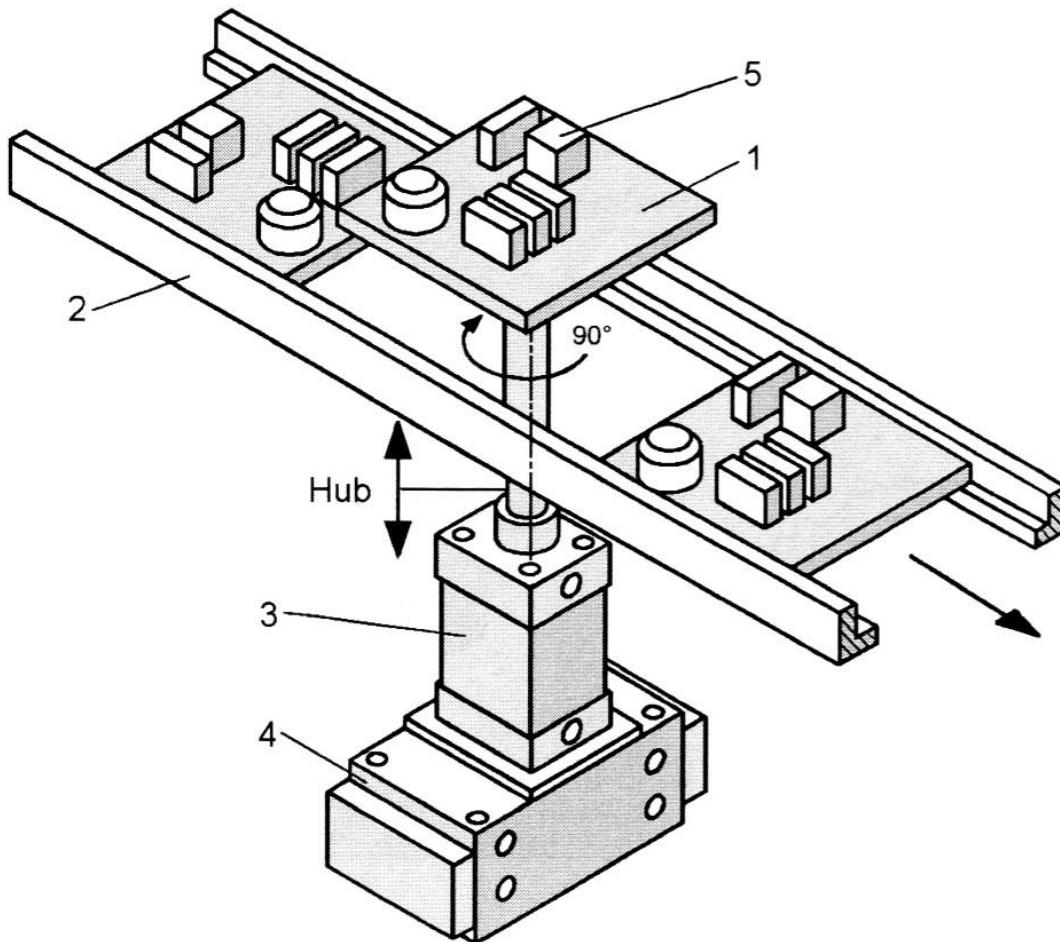




# Doppelspurband mit 180°-Kurve



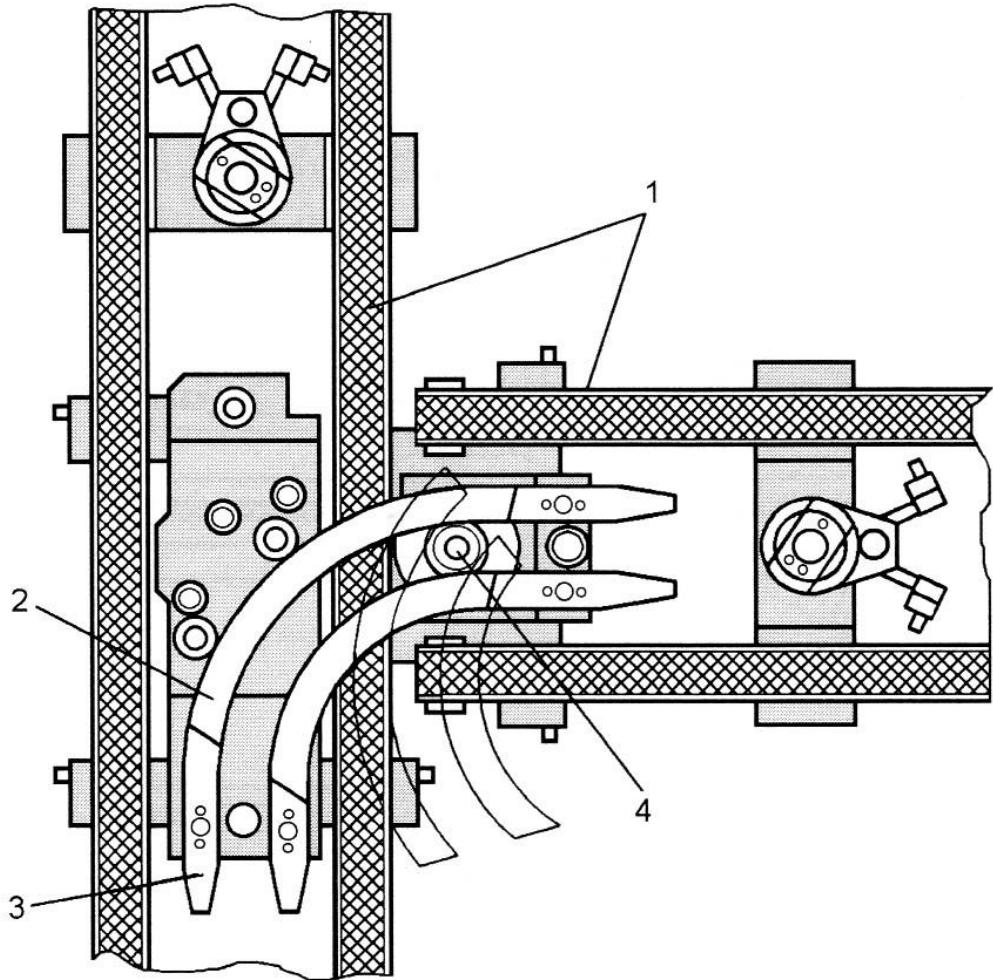
# Hub-Dreh-Station



- 1 Werkstückträger
- 2 Doppelgurt-Transfersystem
- 3 Kurzhubzylinder
- 4 Drehmodul
- 5 Montageeinheit, z. B. Leiterplatte

**Bild 7.36** Hub-Dreh-Einheit  
für Werkstückträger  
(phd; [www.phdinc.com](http://www.phdinc.com))

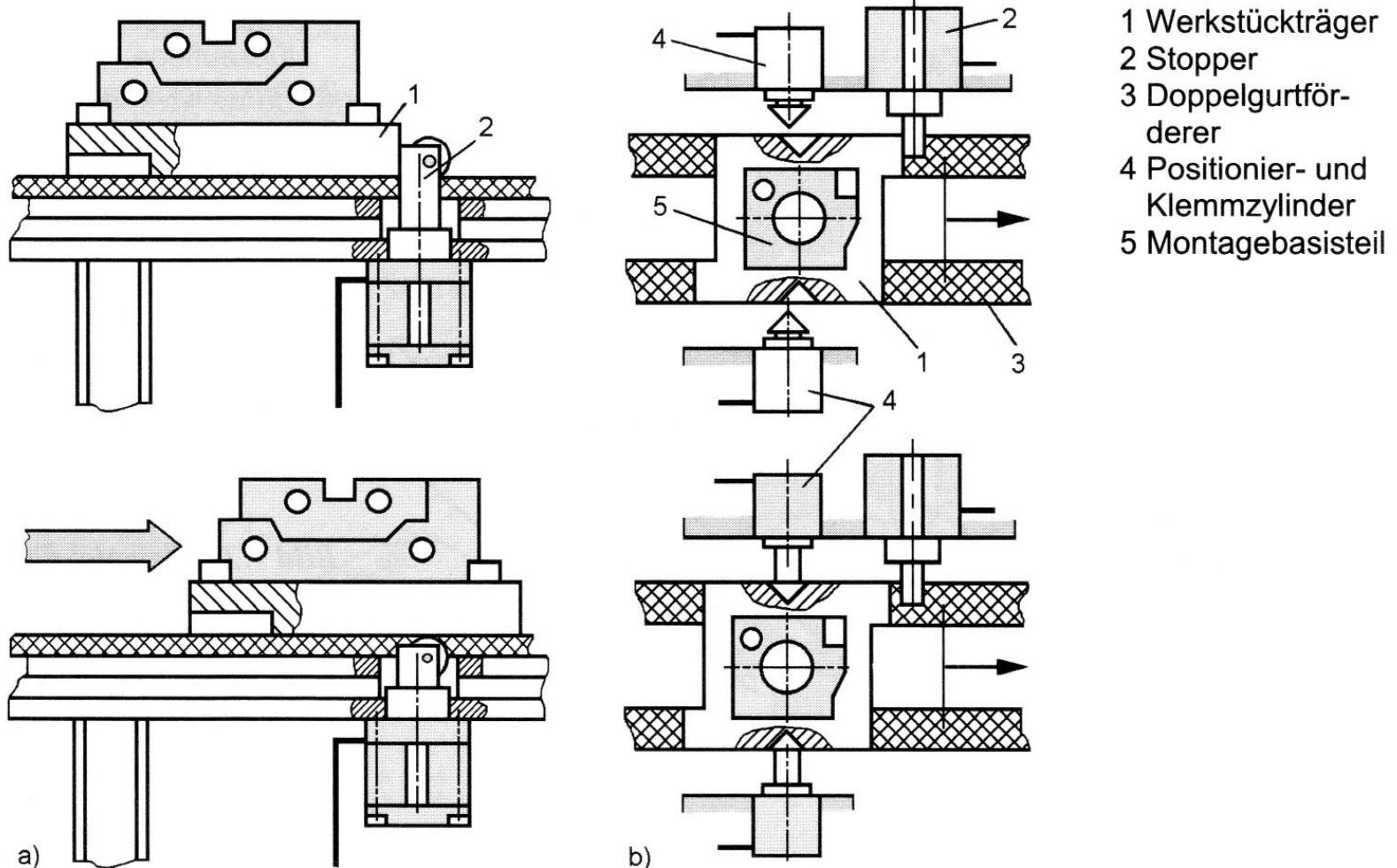
# Weiche



- 1 Doppelgurtförderer
- 2 schwenkbare Führungsschiene
- 3 Einlaufschiene für Mittelrolle
- 4 Schwenkantrieb

**Bild 7.39** Weiche für das Abzweigen von Werkstückträgern in der Draufsicht

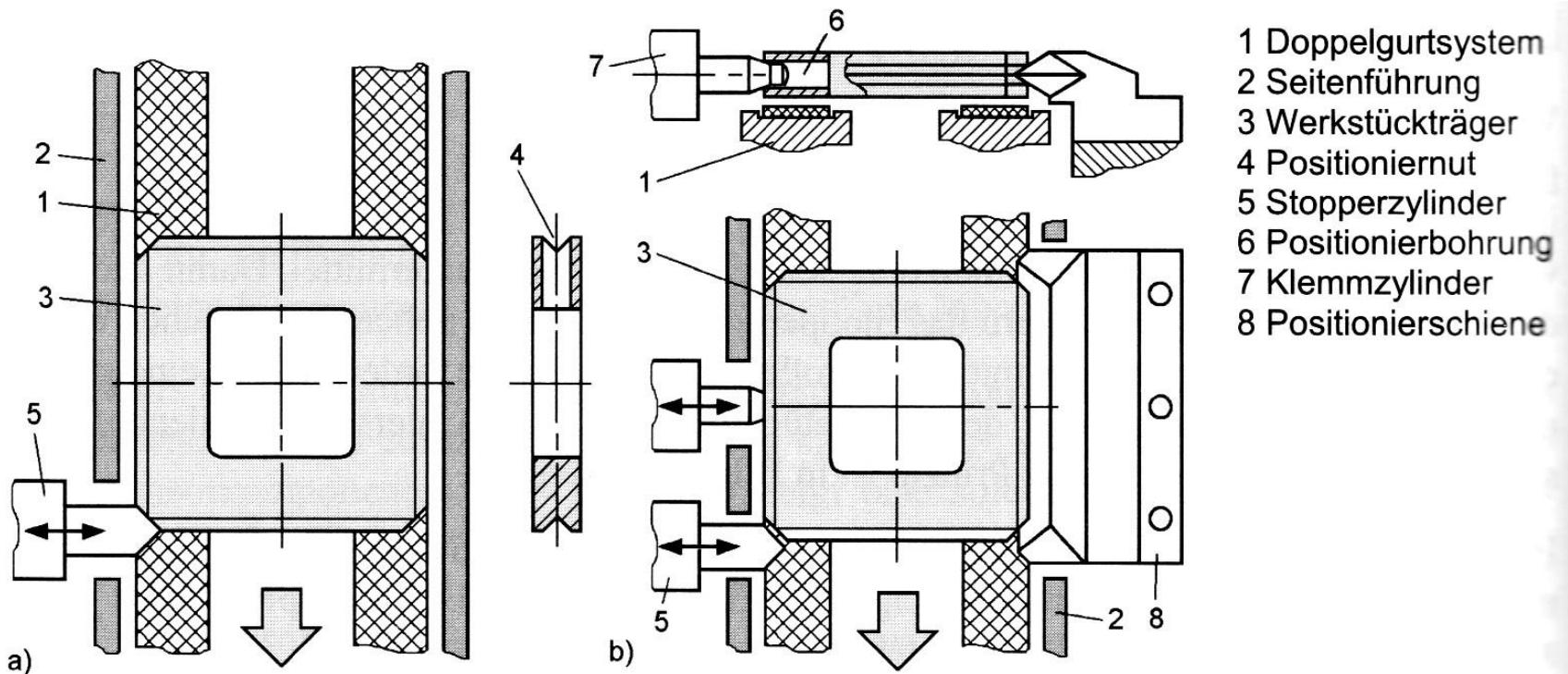
# Stoppen und Positionieren



**Bild 7.24** Stoppen und Positionen von Werkstückträgern

a) Stopper mit Anlaufrolle, b) Stoppen und Positionieren bei einem Zapfenstopper (Draufsicht)

# WT-Positionierung (Indexierung)



**Bild 7.25** Werkstückträgerführung (Draufsicht) in einem Doppelgurt-Transfersystem (Draufsicht)  
a) Stoppanschlag, b) Positioniereinrichtung