

1 Einflussgrößen beim maschinellen Zerspanen mit geometrisch bestimmter Schneide

Mithilfe von Werkzeugmaschinen wird aus einem Rohteil ein funktionsfähiges Fertigteil (*finished part*) hergestellt. Dabei ist es die Aufgabe der Fachkraft, den Zerspanungsprozess (*machining operation*) entsprechend zu gestalten. Um begründete Entscheidungen treffen zu können, muss sie die Auswirkungen kennen, die durch das Verändern der Prozesskenngößen entstehen.

1.1 Technologische Daten und deren Auswirkungen

1.1.1 Bewegungen und Geschwindigkeiten

Meistens sind drei Bewegungen zur Zerspanung erforderlich:

- Schnittbewegung
- Vorschubbewegung und
- Zustellbewegung (Bilder 1 und 2)

Schnittgeschwindigkeit

Die Wahl der Schnittgeschwindigkeit (*cutting speed*) v_c richtet sich vorrangig nach

- dem **Werkstoff des Werkzeugs** (Schneidstoff):
je härter, desto höher v_c
- dem **Werkstoff des Werkstücks**:
je härter, desto niedriger v_c
- der **Art der Zerspanung**: bei Grobbearbeitung ist v_c niedriger als bei Feinbearbeitung
- der **Kühlschmierung**: mit Kühlschmierung kann v_c höher als ohne gewählt werden

Optimale Schnittgeschwindigkeiten können Tabellen der Schneidstoffhersteller oder dem Tabellenbuch entnommen werden. Aufgrund der Formel für die Schnittgeschwindigkeit v_c kann die erforderliche **Umdrehungsfrequenz** n bestimmt werden.

$$v_c = d \cdot \pi \cdot n$$

v_c : Schnittgeschwindigkeit

d : Durchmesser

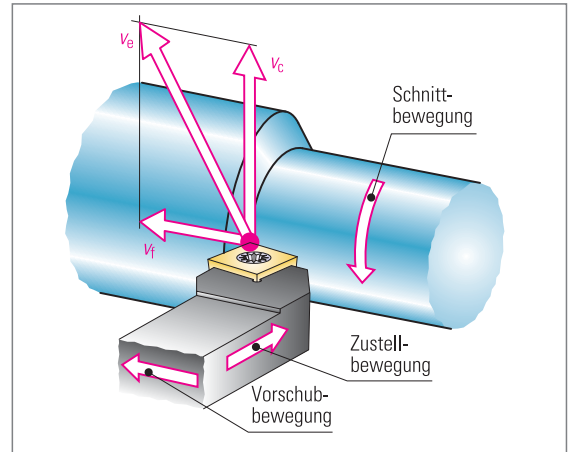
n : Umdrehungsfrequenz

$$n = \frac{v_c}{d \cdot \pi}$$

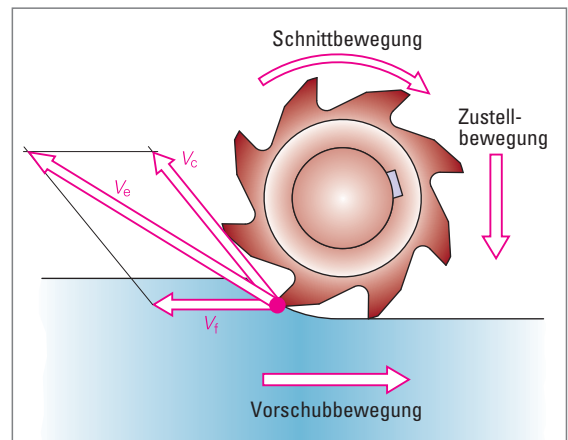
Vorschub und Vorschubgeschwindigkeit

Der **Vorschub** (*feed*) je Umdrehung f bzw. je Zahn f_z ist in erster Linie abhängig von

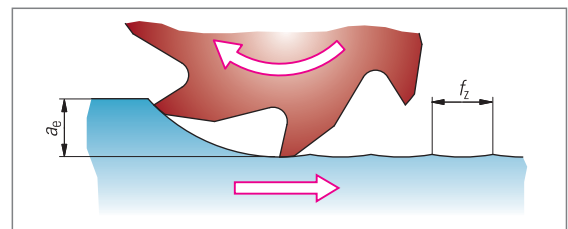
- der **gewünschten Oberflächenqualität** (*surface quality*): je kleiner der Vorschub, desto besser die Oberflächenqualität (Bilder 3 und 4)
- der **Art der Zerspanung**: bei Grobbearbeitung (*rough working*) wird der Vorschub größer gewählt. Dadurch nimmt die Vorschubgeschwindigkeit zu und die Fertigungszeit ab
- dem **Werkstoff des Werkstücks** (*material of workpiece*): je härter, desto niedriger f bzw. f_z
- dem **Werkstoff des Schneidstoffs** (*cutting material*): je härter, desto höher f bzw. f_z



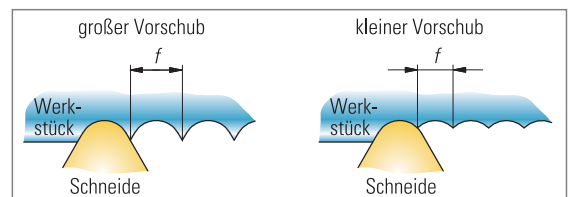
1 Bewegungen beim Drehen



2 Bewegungen beim Fräsen

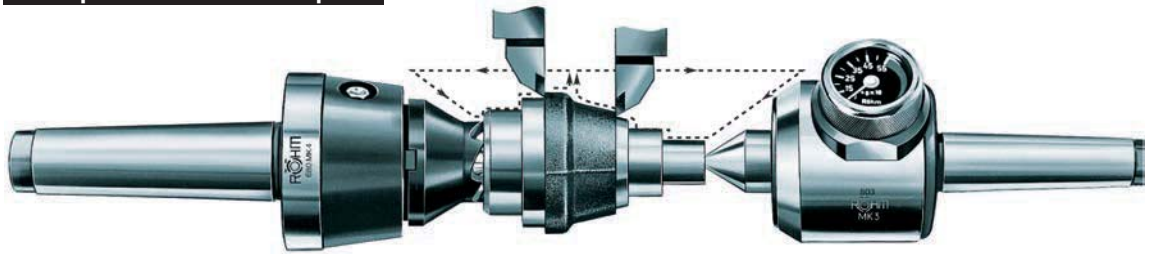


3 Vorschub f_z je Zahn und Arbeitseingriff a_e beim Fräsen



4 Vorschub und Oberflächenqualität

2.5.4 Spannen zwischen den Spitzen



1 Spannen mit dem Stirnseitenaufnehmer

Beim Spannen mit dem **Stirnseitenmitnehmer** (*frontal area catch*) (Bild 1) wird das Drehmoment mit keilförmigen Mitnehmern an der Stirnseite übertragen. Das Werkstück wird radial und axial von Zentrierspitzen geführt. Die Zentrierspitzen sitzen in **Zentrierbohrungen** (*centre bores*) (vgl. Seite 17), die vorher am Rohteil angebracht werden.

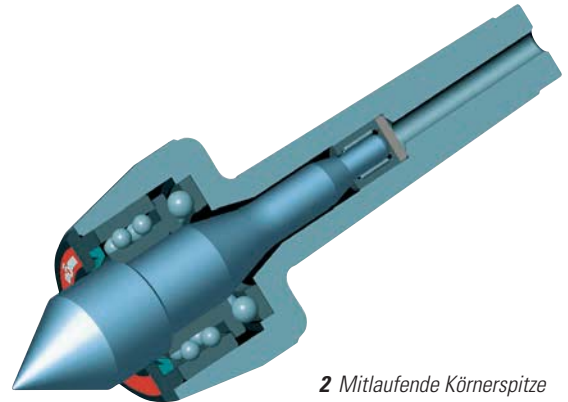
Form und Oberflächenqualität der Zentrierbohrung müssen der Zentrierspitze angepasst sein. Die Qualität der Zentrierbohrungen beeinflusst maßgeblich die zu erreichenden Form- und Lagetoleranzen des Drehteils. Bei der Herstellung der Zentrierbohrungen sind folgende Regeln zu beachten:

- scharfes Werkzeug
- hohe Umdrehungsfrequenz
- niedriger Vorschub und
- reichliche Kühlschmierung

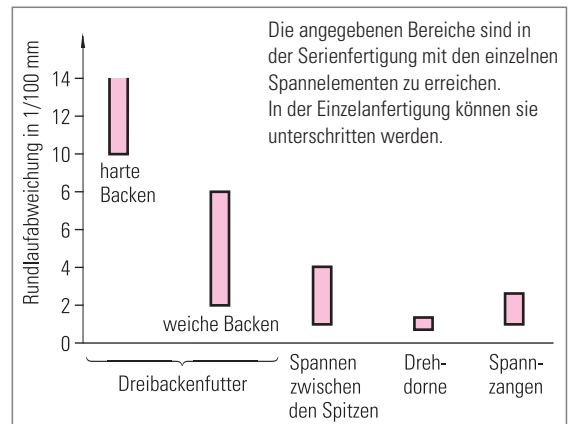
Zum Spannen ist lediglich der Reitstock zu betätigen, wodurch die Spannzeiten niedrig bleiben. Die Spannkraft ist allerdings begrenzt, außerdem bleiben an der Stirnseite des Drehteils Spannmarken zurück. Diese Art der Werkstückspannung ermöglicht gegenüber den anderen Spannungen das Außendrehen über die gesamte Werkstücklänge.

In der Reitstockaufnahme befindet sich meist eine mitlaufende **Körnerspitze** (Bild 2). Um die Längenänderung des Drehteils durch Erwärmung auszugleichen, ist die Körnerspitze oft in Grenzen axial verschiebbar. Häufig übernehmen Tellerfedern diese Funktion.

Mit dieser Spannmethod sind bei fachgerechter Arbeitsweise sehr kleine Rundlauf toleranzen (0,01 mm im Dauerbetrieb) zu erreichen (Bild 3).



2 Mitlaufende Körnerspitze

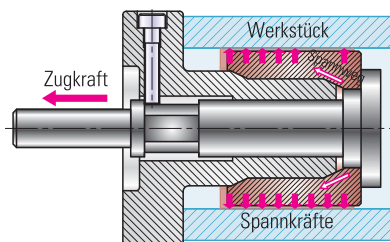


3 Rundlaufabweichungen verschiedener Spannmittel

2.5.5 Spanndorn und Spannzange



a) kraftbetätigt



b) handbetätigt

4 Spanndorn

3.2.2 Arbeitsplanung

Die Angaben auf der Teilzeichnung führen zu der dargestellten Grobplanung für die Lagerteile.

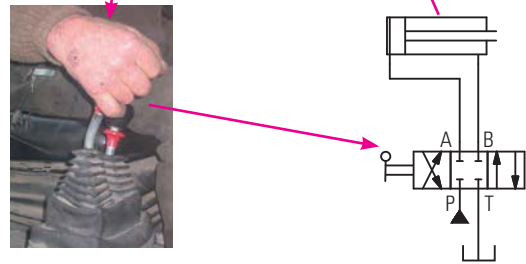
- Schruppfräsen der Oberseite
- Schruppfräsen Unterseite und der vier Seitenflächen
- Schruppfräsen der Ecken
- Schruppfräsen der Nut
- Schlichtfräsen der Nut
- Schlichtfräsen der Ecken
- Vorbohren der Durchgangslöcher $\varnothing 18H7$
- Reiben von $\varnothing 18H7$
- Schlichtfräsen der vier Seitenflächen
- Schlichtfräsen der Unterseite
- Zentrieren der Gewindebohrungen auf der Unterseite
- Schlichtfräsen der Oberseite
- Zentrieren der Bohrungen auf der Oberseite
- Restbearbeitung mit der Bohrmaschine

1 Grobplanung für das Fräsen der Lagerteile

1 Pneumatik

1.1 Führungs-/Halteglied-steuerungen

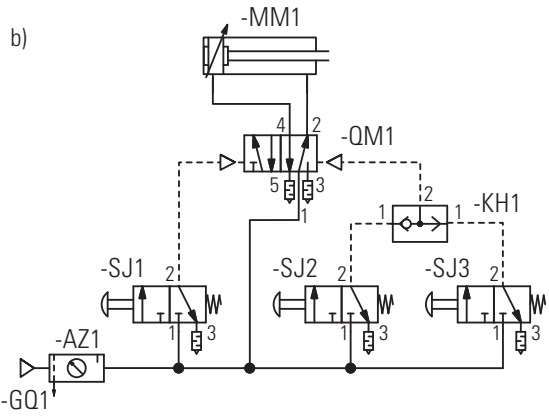
Führungs-/Halteglied-Steuerungen (*guidance controls*) sind für einfache Steuerungsaufgaben wie z. B. das Heben und Senken der Schaufel eines Radladers (Bild 1a), geeignet. Es gibt keinen selbständig ablaufenden Arbeitszyklus. Das Bedienpersonal entscheidet, ob und wie weit ein Zylinder aus- bzw. einfährt. Auch **kombinatorische (Verknüpfungs-) Steuerungen** (*combinatorial logical controls*), wie z. B. die ODER-Schaltung (Bild 1b) können zu dieser Gruppe gehören.



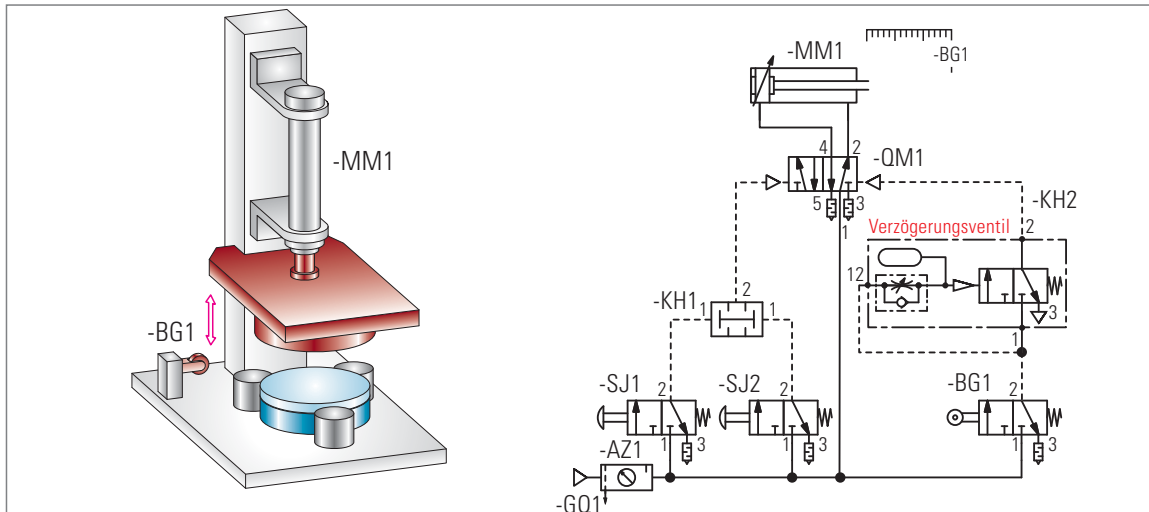
1.2 Zeitgeführte Ablaufsteuerungen

Mithilfe einer Klebevorrichtung sollen zwei Werkstücke verklebt werden (Bild 2). Nach Betätigung der beiden Starttaster -SJ1 und -SJ2 fährt ein doppelt wirkender Zylinder die Rolle -BG1 und presst die Werkstücke 10 s lang aufeinander. Nach **Ablauf dieser Zeit** fährt der Zylinder selbsttätig ein. Daher wird diese Steuerung als zeitgeführte Ablaufsteuerung (*time-oriented sequential controls*) bezeichnet.

Um zu verhindern, dass der Zylinder sofort nach der Betätigung der Rolle -BG1 wieder einfährt, sind **Verzögerungsventile** (*recovery valves*) (siehe Schaltplan) notwendig. Die Abbildungen in Bild 1 auf Seite 126 zeigen solche 3/2- Wegeventile (Bild 1a: in Ruhestellung gesperrt; Bild 1b: Durchfluss bei Ruhestellung). Die Verzögerungsventile sind zusätzlich mit einem kleinen Luftbehälter und einem **Drosselrückschlagventil** (*throttle check valve*) ausgestattet. Mit der Drosselschraube kann die Luftmenge, man spricht hier auch vom **Volumenstrom Q** (*volume flow rate*) (vgl. Kapitel 3 Hydraulik), am Steueranschluss 12 verändert



1 Beispiele für Führungs-/Haltegliedsteuerungen



2 Zeitgeführte Ablaufsteuerung einer Klebepresse

2.4.2 Darstellung eines Funktionsablaufs mit Grafcet

Der Begriff *Grafcet* stammt aus dem Französischen und bedeutet „Darstellung der Steuerungsfunktion mit Schritten und Weicherschaltbedingungen“.

Mit Grafcet können Steuerungsaufgaben normgerecht grafisch und somit übersichtlich dargestellt werden. Es ist daher möglich, komplexe Steuerungsaufgaben systematisch und effektiv zu lösen.

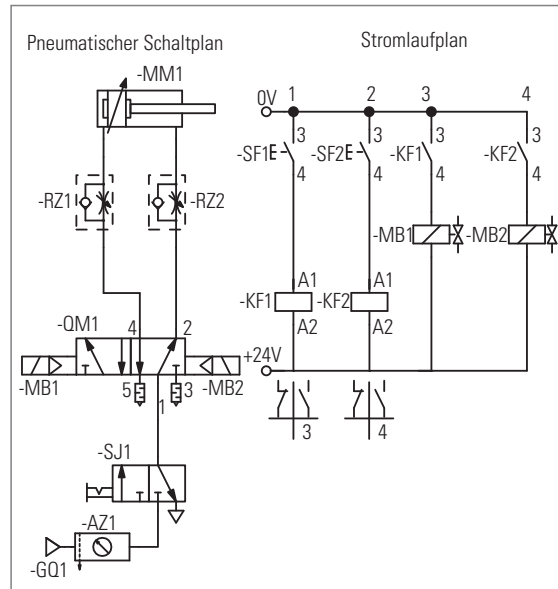
Nachfolgende Übersicht zeigt die wichtigsten Symbole von Grafcet:

1	<p>Anfangsschritt (initial step): Grundstellung der Steuerung, aus der die Anlage gestartet werden kann, z. B. Zylinder -MM1 und -MM2 sind in der hinteren Endlage.</p>
2	<p>Allgemeiner Schritt (general step): Die einzelnen Schritte der Steuerung erhalten entsprechend dem Steuerungsablauf eine Nummer in einem Quadrat.</p>
↑	<p>Die einzelnen Schritte (<i>single steps</i>) sind mit einer Wirkverbindung verbunden. Ein Pfeil kann die Richtung des Ablaufs angeben.</p>
+ -SF2	<p>Der Übergang von einem zum nächsten Schritt (<i>next step</i>) wird mit einer Übergangsbedingung (Transition) angegeben.</p>
-SF1 · -SF2	UND-Verknüpfung von -SF1 und -SF2
-SF1 + -SF2	ODER-Verknüpfung von -SF1 und -SF2
$\overline{-SF1}$	-SF1 NICHT (Negation)

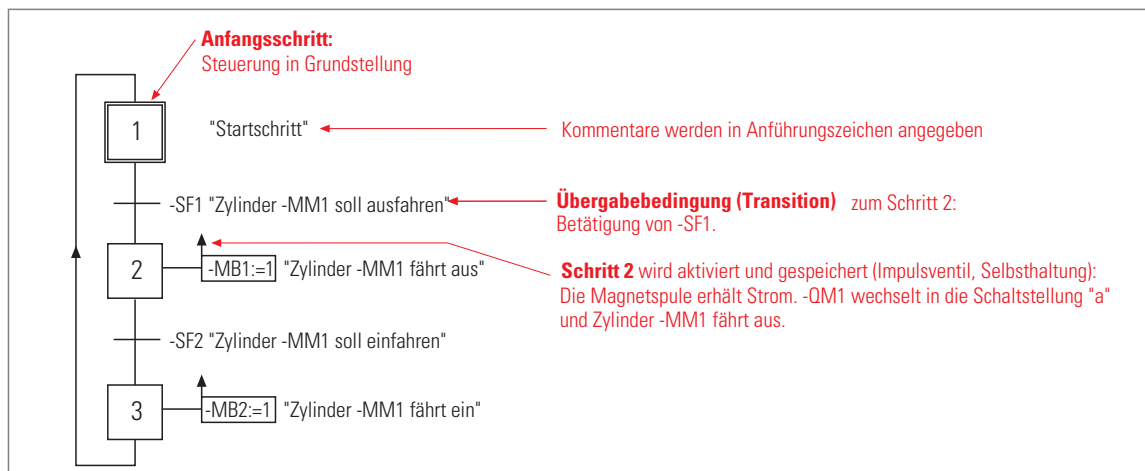
Beispiel:

Ein doppelt wirkender Zylinder soll bei der Betätigung des Tasters -SF1 abluftgedrosselt ausfahren und mithilfe des Tasters -SF2 wieder abluftgedrosselt einfahren. Als Stellglied kommt ein vorgesteuertes 5/2-Wegeventil zum Einsatz (Bild 1).

Bild 2 zeigt die dazugehörige Funktionsdarstellung mit Grafcet.



1 Beispiel: Pneumatischer Schaltplan und Stromlaufplan

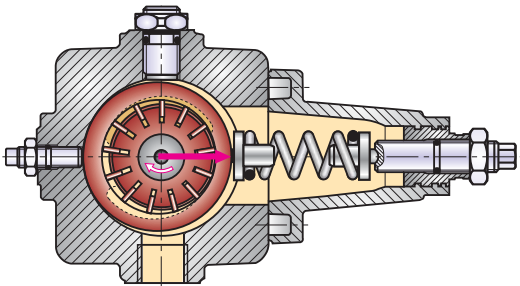


2 Beispiel: Funktionsdarstellung mit Grafcet

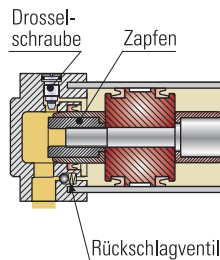
Die bisherige nationale Norm DIN 40719-6 (Funktionsplan) wurde ersetzt durch DIN EN 60848 (Grafcet). Die Übergangsfrist für die Anwendung beider Normen endete am 31. März 2005.

ÜBUNGEN

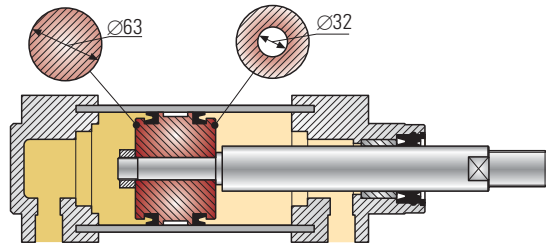
1. Wie unterscheidet sich die Pneumatik von der Hydraulik hinsichtlich nachfolgender Kriterien?
 - a) Eigenschaft des Mediums
 - b) Drücke
 - c) Positioniergenauigkeit
 - d) Geräuschentwicklung
2. Wie ist eine Hydraulikanlage aufgebaut?
3. Was versteht man unter dem Begriff „Kavitation“ und unter welchen Umständen kann Kavitation entstehen?
4. Wie groß ist der Volumenstrom \dot{V} einer Hydraulikpumpe mit der Nenngröße 5 bei einer Umdrehungsfrequenz von 750/min (Seite 165 Tabelle Bild 1)? Welche Strömungsgeschwindigkeit ergibt sich in einer Druckleitung mit einem Innendurchmesser von 8 mm? Beurteilen Sie das Ergebnis.
5. Wie heißen die Messgeräte zur Messung des Überdrucks und des Volumenstroms in Hydraulikanlagen?
6. Welchen Zweck erfüllen hydro-elektrische Druckschalter?
7. Bei einem Versuch zur Überprüfung des Volumenstroms werden in einem Messbecher in 10 Sekunden 3670 cm³ Öl aufgefangen. Wie groß ist der Volumenstrom in l/min?
8. Welchen Vorteil hat die innenverzahnte Zahnradpumpe gegenüber der außenverzahnten?
9. Wie heißt die dargestellte Pumpe und wie kann der Förderstrom dieser Pumpe verändert werden?



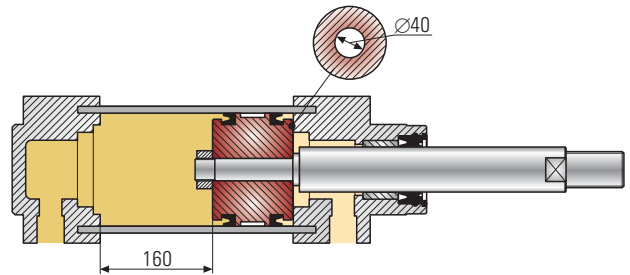
10. Welche Kolbenpumpen unterscheidet man und was sind ihre wichtigsten Eigenschaften?
11. Bei Hydraulikzylindern spricht man von einer hohen Leistungsdichte. Was ist unter diesem Begriff zu verstehen?
12. Wo kommen einfach wirkende Zylinder zum Einsatz?
13. Welche Aufgaben haben der Zapfen, das Rückschlagventil und die Drosselschraube bei dem dargestellten Zylinder?



14. Berechnen Sie die Aus- und Einfahrgeschwindigkeit für den doppelt wirkenden Zylinder, wenn der Volumenstrom \dot{V} auf einen Wert von 10 l/min eingestellt ist.



15. Berechnen Sie den einzustellenden Volumenstrom \dot{V} , der für einen Vorschub von 85 mm/min an einer Bohrmaschine nötig ist. Der Kolben hat einen Durchmesser von 50 mm.



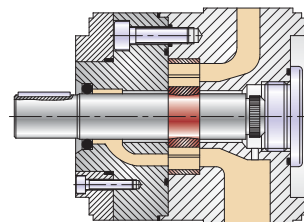
- a) Wie groß darf der Kolbendurchmesser bei einer Ausfahrgeschwindigkeit von 4500 mm/min höchstens sein?
- b) Wie groß muss die Pumpenleistung bei dieser Ausfahrgeschwindigkeit und bei einer geforderten Druckkraft von 55000 N mindestens sein?
- c) Berechnen Sie die Stromaufnahme des Antriebsmotors für die Pumpe bei einer Spannung von 230 V.
- d) Welches Drehmoment würde ein Hydraulikmotor mit der aus b) berechneten Pumpenleistung bei einer Umdrehungsfrequenz von 60/min erzeugen?

17. Welchen Vorteil hat die Verwendung von Sitzventilen gegenüber den Schieberventilen?

18. Wie heißt das abgebildete Ventil. Was muss am Anschluss T des Ventils angeschlossen werden?



19. Wo ist bei der dargestellten Zahnradpumpe der Saug- bzw. Druckanschluss? Begründen Sie!





4 Field-Assembly of Hoses with Fittings

In general when working with hydraulic and pneumatic parts a fitter has to know how to select and assemble hoses with fittings. If a field-assembly has to be done, as shown on p. 198, in an English-speaking country it may be necessary to read and understand the assembly instructions.

Assignments:

1. Look at the four figures that are shown on p. 198. Which is the correct order of the German translations?

A Fertig! **C** Schlauch abschneiden
B Anschlussnippel **D** in die Fassung hineindrehen
 einschrauben

2. Assembly instructions part 1:

Read the text describing how to select matching Argus sockets, Argus fittings and Argus hoses. Translate this paragraph by using the terms below and write the result into your exercise book:

<i>select</i>	Auswahl
<i>socket</i>	Fassung
<i>fitting</i>	Nippel
<i>hose</i>	Schlauch
<i>to slide</i>	passen
<i>cut-off length</i>	Abschnittlänge
<i>to calculate</i>	errechnen
<i>nominal length</i>	Nominallänge
<i>hose assembly</i>	Schlauchleitung
<i>dimension</i>	Maß
<i>connection type</i>	Anschlussart

3. Assembly instructions part 2:

The following sentences are the original German translations of paragraph 2, but the order is mixed. Read the English sentences first and after that find the correct order of the German text.

- A** Wenn nein, Schlauch nicht verwendbar, da kein einwandfreier Schlauchsitz in der Armatur gewährleistet ist.
B Schlauch rechtwinklig und gerade mithilfe der Schneidevorrichtung auf Länge schneiden.
C Schlauch rechwinklig und gerade abgeschnitten?
D Prüfen: Schlauchschicht (Seele, Einlage, Decke) zentrisch?

4. Assembly instructions part 3:

Read part 3 of the assembly instructions. You may need the following terms for understanding.

<i>screw hose end</i>	Schlauchende
<i>socket base</i>	Fassungsboden
<i>leave gap</i>	hier: Luft lassen
<i>hose end</i>	Schlauchende

Imagine you meet a situation with an English or American colleague and you have to explain this paragraph

in your own words. Please say or write the information given in your own way including all necessary expressions.

5. Assembly instructions part 4:

Paragraph 4 describes how a fitting is lubricated. Read this lubrication instruction carefully and match the words below.

- | | |
|------------------------------|---------------------|
| 1. <i>to lubricate</i> | A. freier Durchgang |
| 2. <i>graphite paste</i> | B. Armatur, Nippel |
| 3. <i>to insert</i> | C. schmieren |
| 4. <i>clockwise</i> | D. geradesitzen |
| 5. <i>end stop</i> | E. Graphitpaste |
| 6. <i>to tighten</i> | F. prüfen |
| 7. <i>connector</i> | G. einführen |
| 8. <i>to check</i> | H. Anschluss |
| 9. <i>fitting</i> | I. Anschlag |
| 10. <i>to mount straight</i> | J. rechtsgängig |
| 11. <i>no obstructions</i> | K. festziehen |
| 12. <i>gap</i> | L. Luft |

Now you should be able to translate this part of the instruction.

6. Assembly instructions part 5:

The next three sentences are the original German translations of paragraph 5, but the order is mixed. Read the English sentences first and after that find the correct order of the German text.

- A** Bei Wulstbildung oder abgelösten Gummiteilen ist die Schlauchleitung nicht verwendbar.
B Schmutz ausspülen oder ausblasen.
C Schlauchleitung gemäß Vorschrift prüfen.

7. Garantie:

Have a look at your English-German vocabulary list and translate this guarantee (p. 198).

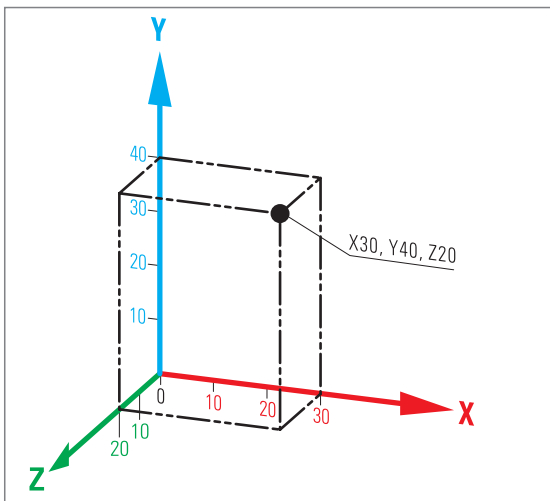
8. Some questions on the complete assembly instructions:
- Where can a fitter find different types of sockets, fittings and hoses?
 - How are hoses marked?
 - How should the hose be cut off and which device is necessary?
 - Why would the hose be unusable?
 - Describe how to screw in the hose end.
 - How is the fitting lubricated?
 - What has to be checked in instruction part 4?
 - Why is it necessary to blow out debris?

1 Aufbau von CNC-Maschinen

Äußere Zeichen von CNC-Maschinen sind der **Bildschirm** für die Programm- bzw. Simulationsanzeige und die **Tastatur** für die Programmeingabe bzw. -änderung (siehe Seite 251). Über entsprechende Schnittstellen ist das automatische Ein- und Auslesen von Programmen und Daten möglich.

1.1 Koordinatensysteme

Um der CNC-Maschine die **Werkzeugbewegungen** in Form von Zahlen (numerische Steuerung) mitteilen zu können, sind Koordinatenangaben erforderlich. Die **Koordinatenachsen** (*coordinate axes*) an CNC-Maschinen sind genormt¹⁾. Jeder Punkt im Raum ist durch seine Koordinaten in **X-, Y- und Z-Richtung** (kartesische Koordinaten) bestimmt (Bild 1).



1 Koordinaten eines Punktes im Raum

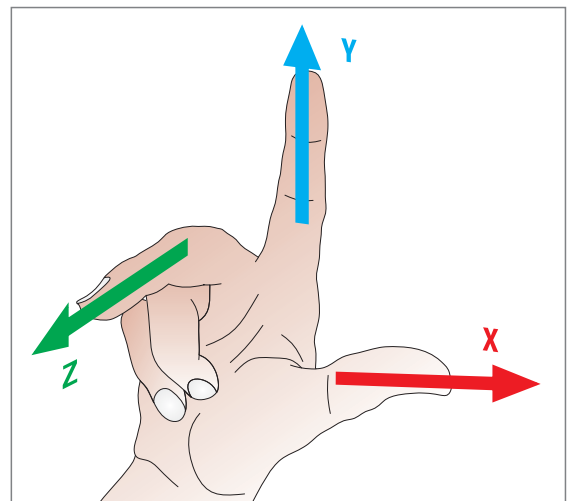
MERKE

Das rechtshändige rechtwinklige Koordinatensystem (*coordinate system*) (Bild 2) mit den Achsen (*axes*) X, Y und Z bildet die Grundlage für die Achsdefinitionen.

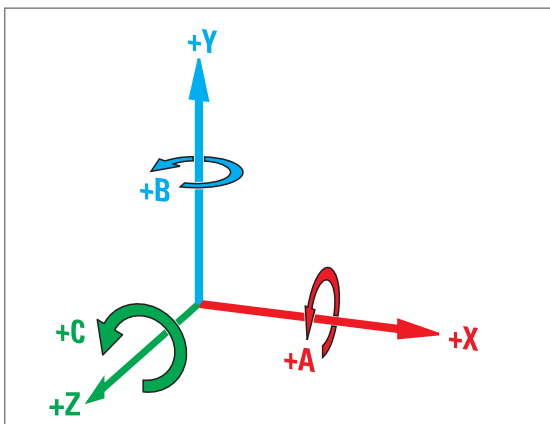
Damit sind die Lagen der Achsen zueinander festgelegt. Die Finger zeigen in die positiven Richtungen der Achsen X, Y und Z. Die **Drehbewegungen** (*rotations*) A, B und C verlaufen um die X-, Y- und Z-Achse (Bild 3). Ihre positiven Richtungen können mithilfe der Rechten-Hand-Regel (Bild 4) bestimmt werden:

MERKE

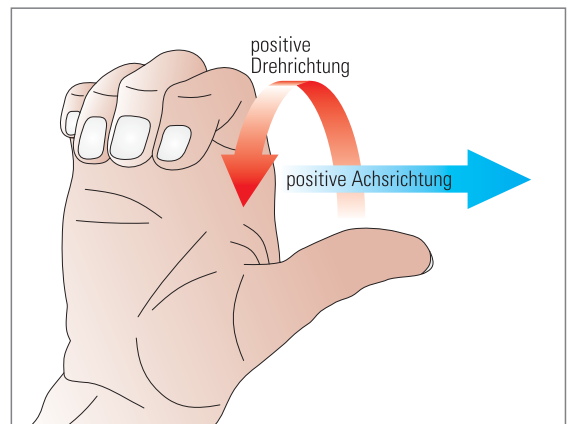
Wenn der Daumen der rechten Hand in die positive Achsrichtung deutet, geben die anderen Finger die positive Richtung der Drehbewegung um die betrachtete Achse an.



2 Rechtshändiges rechtwinkliges Koordinatensystem



3 Kartesisches Koordinatensystem mit Drehachsen



4 Rechte-Hand-Regel zur Bestimmung der positiven Drehrichtung

1) DIN 66217

1.2.4 Stirnradgetriebe

Bei einem Stirnradgetriebe (*spur gear*) mit Außenverzahnung liegen die Achsen parallel (Bild 1). Je nach Bauart lassen sich mehrere Stufen hintereinander schalten, wobei bei jeder Stufe eine **Drehrichtungsumkehr** auftritt. Bei Stirnradgetrieben mit Geradverzahnung lassen sich Schaltgetriebe relativ einfach realisieren.

Bei sehr großen Unterschieden im Durchmesser zweier Zahnräder einer Stufe wird das kleinere Zahnrad als **Ritzel** bezeichnet. Die Mindestzähnezahl für ein Ritzel liegt für Stirnradgetriebe bei ca. 14...15 Zähnen. Bei einer geringeren Anzahl wäre das Kämmen der Zähne nicht mehr möglich.

Montage (*mounting*)

Die genaue Ausrichtung der Zahnräder zueinander ist abhängig von der Montage der Wellen und Lager in dem Gehäuse. Eine Einstellung ist nicht erforderlich.

1.2.5 Hohlradgetriebe/Planetengetriebe

Hohlradgetriebe

Beim Hohlradgetriebe (*ring gear*) (Bild 2) liegt die Achse des Antriebsritzels innerhalb des Hohlrades. Durch diese Anordnung kann der Achsabstand zwischen antreibender Achse und angetriebener Achse deutlich verringert werden. Durch das gleichsinnige Kämmen von Ritzel und Hohlrad sind mehr Zähne im Eingriff als bei der Außenverzahnung. Es kann somit ein höheres Drehmoment übertragen werden. Es findet keine Drehrichtungsänderung statt.

Innenverzahnungen können als Gerad- und als Schrägverzahnung hergestellt werden.

Bei Hohlradern mit Schrägverzahnung treten die gleichen Vor- und Nachteile auf wie bei den Zahnradpaarungen für Außenräder (siehe Tabelle Bild 4 auf Seite 370).

Planetengetriebe

Ein einfaches **Planetengetriebe** (*epicyclic gear*) (Bild 3) besteht aus dem Sonnenrad in der Mitte, dem äußeren Hohlrad, Planetenrädern und dem Planetenradträger. Alle fünf Zahnräder sind ständig im Eingriff.

Bei Planetengetrieben gibt es unterschiedliche Antriebsvarianten:

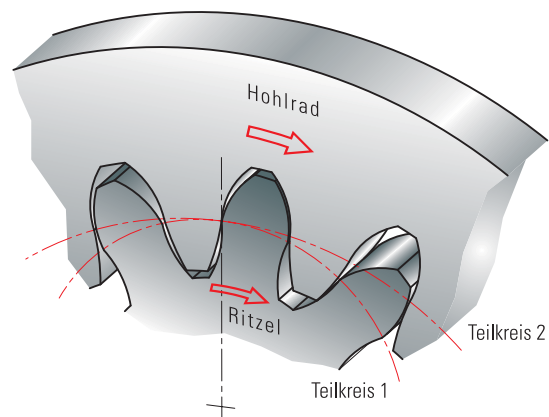
Wird z. B. das **Sonnenrad** (n_1) angetrieben und das Hohlrad von einer Bremse festgehalten, sodass es sich nicht drehen kann, erfolgt der Abtrieb über den **Planetenradträger** (n_2). Damit sind Übersetzungen ins Langsame bis etwa $i = n_1/n_2 = 10$ möglich (Seite 374 Bild 1a).

Es ist auch möglich, das Sonnenrad anzutreiben und den Planetenradträger festzusetzen (Seite 374 Bild 1b). Dadurch wird eine weitere Getriebestufe mit dem Verhältnis der Zähnezahlen des Hohlrades zum Sonnenrad ermöglicht.

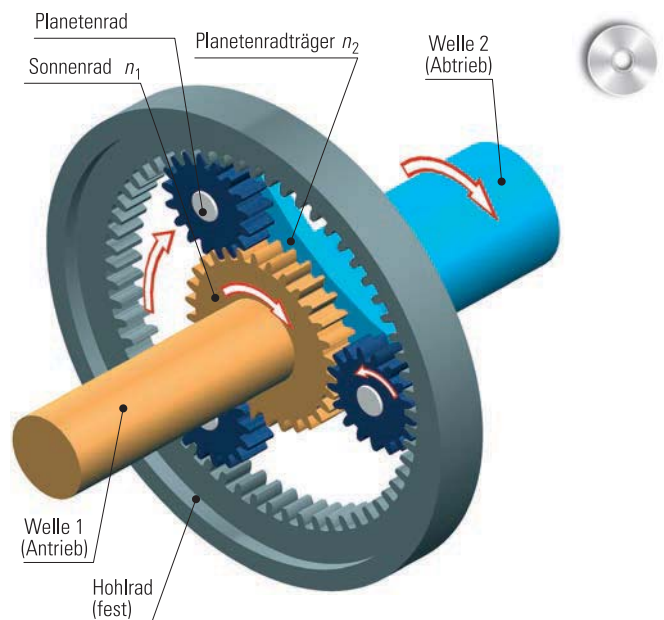
Je nach Aufgabe des Getriebes sind weitere Kombinationen aus Antrieb, Festsetzung eines Getriebeteiles und Abtrieb möglich (Seite 374 Bild 2).



1 Stirnradgetriebe



2 Innenverzahnung eines Hohlradgetriebes



3 Planetenradgetriebe

3.6.3 Motorschutz

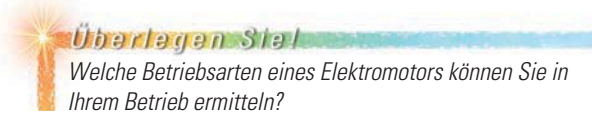
Da Motoren wechselnden Belastungen unterworfen sind oder im Dauerbetrieb laufen, sind sie gegen Überlastung oder falschen Betrieb zu schützen. Dies ist als erhöhte Stromaufnahme oder Wärmeentwicklung festzustellen. Dem Motor vorgeschaltete **Motorschutzrelais** (*motor protecting relay*) und **Motorschutzschalter** (*motor protecting switch*) (Bild 1) schützen diesen.



a) **1 Motorschutz**
a) Motorschutzrelais
b) Motorschutzschalter

3.6.4 Wartung

Prinzipiell sind Elektromotoren **wartungsfrei** (*maintenance free*). Im Betrieb sollte jedoch darauf geachtet werden, dass Lufteinlässe und Kühlrippen nicht zugeseigt werden. Beschädigte Anschlusskästen, defekte Lager oder verschlissene Bürsten (bei Gleichstrommotoren) sind Gegenstand von Instandsetzungsarbeiten durch entsprechende Fachunternehmen.



ÜBUNGEN

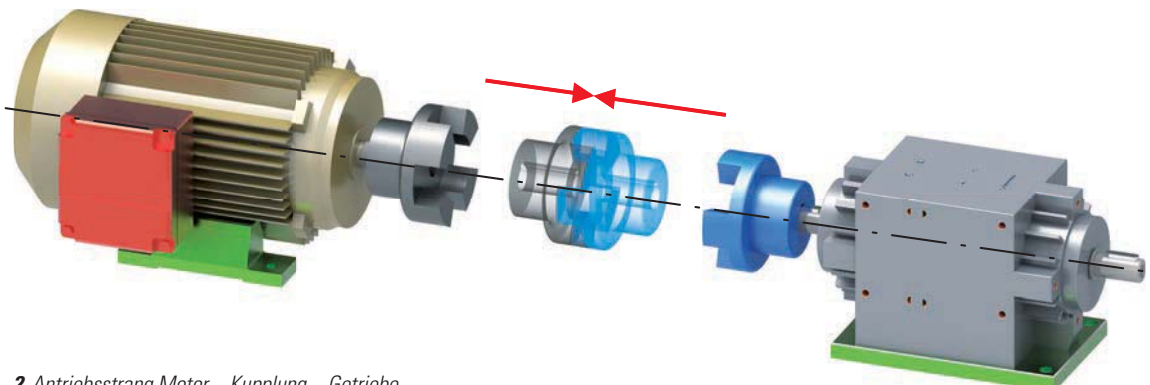
1. Ein Elektromotor mit vier Polpaaren wird am Versorgungsnetz betrieben (230 V, 50 Hz). Mit welcher Umdrehungsfrequenz läuft der Elektromotor?
2. Nennen Sie vier wichtige Kenndaten eines Elektromotors.
3. Warum werden Elektromotoren bei ihrem Anlauf anders geschaltet als im Betrieb?
4. Für welche Anforderungen werden Frequenzumrichter eingesetzt?
5. Gegen welche Gefahren wirkt ein Motorschutzschalter?

4 Ausrichten eines Antriebsstrangs

Bei der Ausrichtung eines Antriebsstrangs werden Wellen zweier oder mehrerer Maschinen (z. B. Elektro-Motor, Getriebe, Pumpe etc.) so positioniert, dass die Mittellinien eine gemeinsame Gerade bilden; die Wellen also fluchten (Bild 2). Für den einwandfreien Betrieb der einzelnen Maschinen soll sich dieser Zustand bei der Betriebstemperatur einstellen.

Die genaue Ausrichtung der einzelnen Maschinenachsen ist Voraussetzung für eine maximale Lebensdauer der angeschlos-

senen Geräte und Bauteile. Können die Wellen betriebsbedingt nicht fluchten, so übernehmen geeignete Kupplungen den Wellenausgleich. Dies ist jedoch immer mit einem erhöhten Verschleiß aller beteiligten Bauelemente durch Reibung/Wärme verbunden. Gut zueinander ausgerichtete Wellen haben größere Wartungs- und Instandhaltungsintervalle und somit werden die Betriebskosten der gesamten Anlage gesenkt.



2 Antriebsstrang Motor – Kupplung – Getriebe

1 Automatisierte Systeme

1.1 Kennzeichen automatisierter Systeme

Automatisierte Systeme (*automated systems*) sind Maschinen oder Anlagen, bei denen Prozesse **selbstständig** ablaufen. Ein Prozess kann die Herstellung von Treibstoffen in einer verfahrenstechnischen Anlage einer Raffinerie oder die Fertigung eines Produkts wie z. B. eines Kraftfahrzeugs sein. **Fachkräfte** haben die Aufgabe, diese Anlagen in **Betrieb zu nehmen**. Außerdem **unterstützen** sie später den Prozess, indem sie

- die Anlage mit Rohteilen versorgen
- die Fertigteile abtransportieren
- den Ablauf überwachen
- Störungen diagnostizieren und beseitigen
- den Ablauf optimieren
- die Anlage warten

MERKE

Durch automatisierte Systeme können qualitativ hochwertige Produkte wirtschaftlich hergestellt werden.

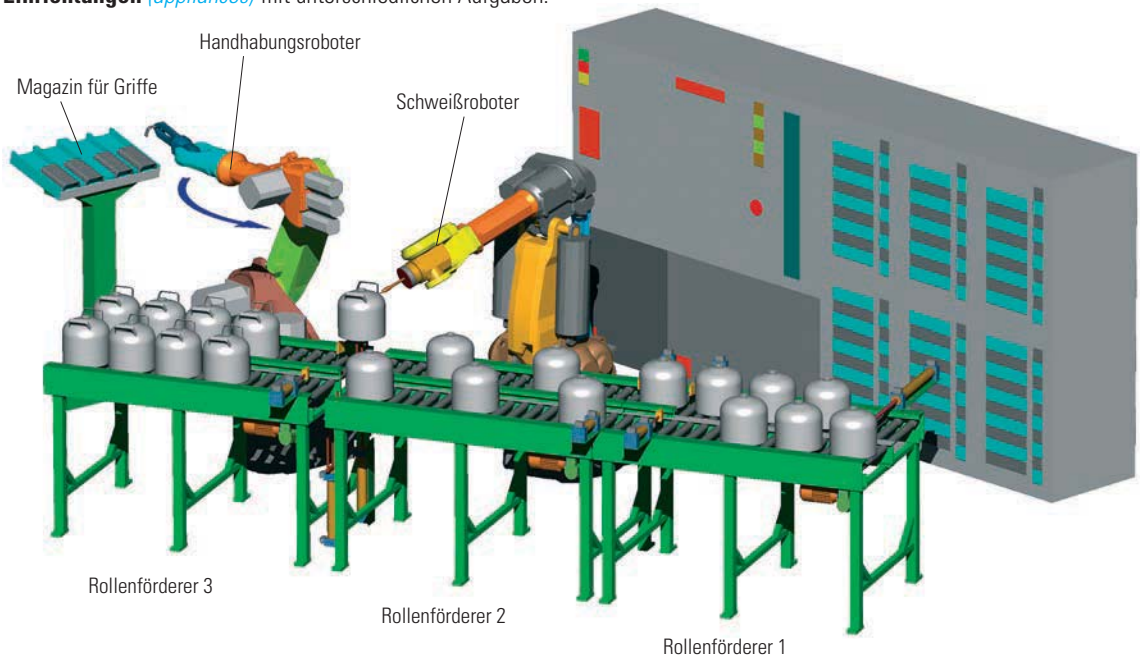
Beispiel:

In einer **Fertigungsstraße** (*assembly line*) werden Gasflaschen aus unterschiedlichen Umformteilen (Bild 1a) bis hin zur fertig lackierten Flasche (Bild 1b) hergestellt. Die komplette Fertigungsstraße besteht aus mehreren **Teilsystemen** (*subsystems*), die jeweils für sich automatisiert sind. Eines dieser Teilsysteme dient dazu, Griffe an die Flasche zu schweißen (Bild 2). Dieses Teilsystem besteht wiederum aus untergeordneten **Einrichtungen** (*appliances*) mit unterschiedlichen Aufgaben.



a) 1 Gasflasche

b)



2 Teilsystem zum automatisierten Anschweißen von Griffen an die Gasflasche

2.2 Industrieroboter

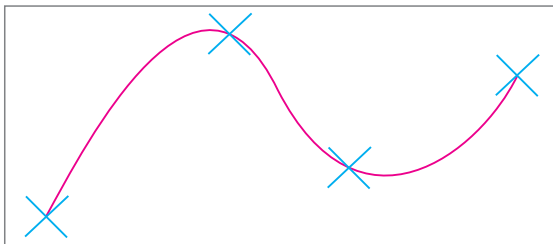
Der Industrieroboter (slawisch robota = schwer arbeitend) wurde zum ersten Mal 1965 in den USA und 1970 in Deutschland eingesetzt. Seitdem hat seine Nutzung und auch seine Bedeutung in der automatisierten industriellen Fertigung stark zugenommen (Bild 1). Im Beispiel der Gasflaschenfertigung (Kap. 1.1) unterstützen ein Bestückungsroboter und ein Schweißroboter den Fertigungsprozess (*production process*), wobei der erste die Griffe auf die Flasche aufsetzt und der zweite diese dann verschweißt.

Genau wie bei CNC-Maschinen sind die Bewegungen der Achsen in ihrer Lage und in ihrer Geschwindigkeit geregelt. Da die einzelnen Achsen unabhängig voneinander wirken, ist jede von ihnen mit einem eigenen Antrieb und dem entsprechenden Wegmesssystem ausgestattet (vgl. Lernfeld 8). Wahlweise kann der Industrieroboter seinen Zielpunkt entweder **punkt-¹⁾** (*point-to point controlled*) oder **bahngesteuert²⁾** (*continuous path controlled*) anfahren (Bild 2). Im **PTP-Betrieb** erreicht der Roboter innerhalb der kürzesten Zeit seinen Zielpunkt. Der genaue Verlauf des Weges ist nicht vorhersehbar. Bei Transportvorgängen wie z. B. der Griffe für die Gasflaschen ist deshalb ein punktgesteuertes Anfahren des Zielpunkts ausreichend, vorausgesetzt, es befindet sich **kein Hindernis** zwischen Anfangs- und Endpunkt.

Im **CP-Betrieb** kann das Ziel entweder auf einer **Geraden (Linearinterpolation)** oder auf einer **Kreisbahn (Zirkularinterpolation)** angefahren werden, wobei die einzelnen Achsbewegungen genau aufeinander abgestimmt sein müssen. Beim Schweißen der Griffe ist eine Bahnsteuerung notwendig. Darüber hinaus gibt es noch die Möglichkeit, durch eine **Spline³⁾-Interpolation** (Bild 3) mithilfe von programmierten Bahnstützpunkten, entsprechend der Biegelinie eines Drahtes, eine Bewegung auf einer durchgängigen Bahn zu definieren. Ähnlich wird beim **Überschleifen** (Bild 4) bei einer Aneinanderreihung von Linear-, Circular- oder Spline-Interpolationen eine weiche kontinuierliche Bewegung erreicht. Dabei werden die programmierten Eckpunkte der zusammengesetzten Bewegungen abgerundet.

MERKE

Der Industrieroboter ist, wie die CNC-Maschine, eine geregelte Maschine. Die Zielpunkte können punkt- oder bahngesteuert angefahren werden.



3 Beispiel für einen 2D-Spline
Die blauen Kreuze sind die Stützpunkte

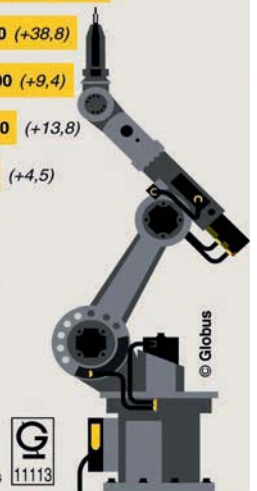
Roboter am Arbeitsplatz

Weltweit installierte Industrieroboter Ende 2015: 1 664 000

darunter in Entwicklung gegenüber 2014 in Prozent



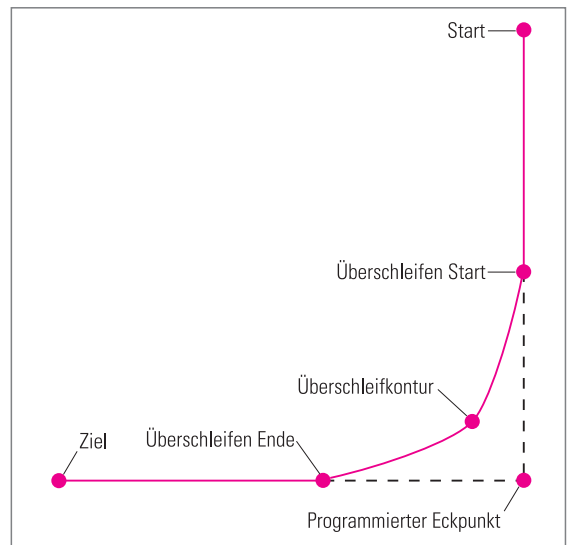
*Kanada, Mexiko, USA
Schätzung Stand Juni 2016
Quelle: International Federation of Robotics



1 Einsatz von Industrierobotern weltweit

Punkt-zu-Punkt- (PTP)-Interpolation	Bahnterpolation	
	Linearinterpolation	Kreisinterpolation

2 Interpolationsarten



4 Überschleifen

1) PTP: Point to Point = Punkt-zu-Punkt-Bewegung 2) CP: Continous Path = stetige Bahn
3) spline (engl.: langes, dünnes Stück Holz, Kurvenlineal)

GEA plant und realisiert die Maschinen kundenspezifisch. Mit ihnen werden ganz unterschiedliche Produkte wie z. B. Lebensmittel (Bild 1) oder Artikel der Medizintechnik verpackt. Der prinzipielle Aufbau ist für alle Maschinen ähnlich (Bild 2). Transportketten halten die **Unterfolie (bottom film)** straff und führen sie taktweise den einzelnen Stationen zu.

In der **Heizstation (heating station)** (Seite 555 Bild 1) wird die Unterfolie erwärmt, bis sie gut verformbar ist.

In der **Formstation (forming station)** erhält die Verpackung ihre Form. Druckluft drückt oberhalb der Folie mit Vakuumunterstützung unterhalb der Folie die erwärmte Folie in die Form (Seite 193 Bild 2). An der Formwand kühlt die Folie ab und behält ihre Form bei. Bei besonders tiefen Formen unterstützen Stempel oberhalb der Folie den Formvorgang.

Mitarbeiter oder Handhabungsgeräte legen die zu verpackenden Produkte in der **Einlegestation (loading area)** in die geformten Mulden.

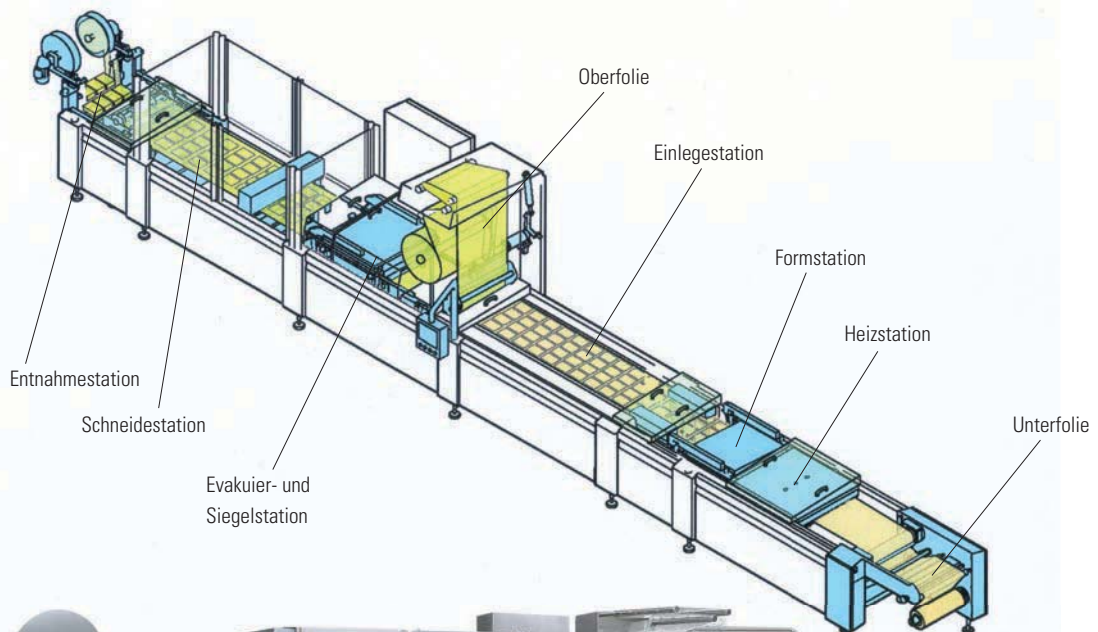
Die Unterfolie mit den gefüllten Mulden wird taktweise zur **Siegelstation (sealing station)** (Seite 555 Bild 3) transportiert. Bevor das Siegelwerkzeug die Oberfolie mit der Unterfolie verschweißt, wird die Luft aus der späteren Packung evakuiert. Es ist auch möglich, vor dem Verschweißen die Luft gegen Kohlendioxid bzw. Stickstoff auszutauschen.



1 Verpackte Lebensmittel

In der **Etikettierstation (labeling station)** erhalten die Verpackungen Etiketten mit Informationen über das Gewicht, den Preis, das Verfallsdatum usw.

Die **Schneidestation (cutting station)** (Bild 2) trennt die Einzelpackungen aus dem Verbund. Die Randstreifen werden automatisch abgeführt und aufgewickelt.




2 Verpackungsmaschine

2.9 Dokumentation der Planungsphase

Einreicher	Prozessschritt	Dokumentation Output	Wissensmanagement Datenbank
Verbesserungsvorschlag formulieren und einreichen			Ideenmanager bestimmen
Einreicher wird regelmäßig über den Fortlauf informiert	Informationsmanager erhält Verbesserungsvorschlag	→ Bestätigung an Einreicher	
		→ Akte für Verbesserungsvorschlag anlegen	
	Kontrolle des eingereichten Vorschlags	→	Checkliste aller Verbesserungsvorschläge
		→	Patente prüfen
		→	Gebrauchsmuster prüfen
		→	Entwicklungsabteilung einbeziehen
		←	Rückmeldung an Ideenmanager
	Stellungnahmen (Gutachten) der betroffenen Abteilungen und Mitarbeiter einholen	→ In Akte und Gutachten an Beteiligte weiterleiten	
	Preise einholen		
	Sitzung aller Beteiligten	→ Protokoll Entscheidungsmerkmale beschreiben	
Amortisationsberechnung durchführen	→ Ergebnis an Abteilungen und Mitarbeiter		
Sitzung aller Beteiligten	→ Protokoll		
		→ Protokoll	
Prämienvorschlag ausrechnen	→	Umsetzung des Verbesserungsvorschlags ↓	
		← Prämie	
Einreicher erhält Prämie	←	→	Prämie bestätigen, Auszahlung veranlassen
		→	
	Umsetzung des Verbesserungsvorschlags	→ Vorgang an umsetzende Abteilung und Mitarbeiter weiterleiten	
		→	
	Sitzung nach erfolgter Umsetzung	→ Abschlussprotokoll an alle Abteilungen	
		→	Abschlussprotokoll

1 Prozess Ideenmanagement

Aussprache der englischen Vokabeln:

- Benutzen Sie die Internetseite der technischen Universität München: <http://dict.leo.org/>
- Klicken Sie auf das Lautsprechersymbol der englischen Vokabel. Sie werden dann durch einen Link mit dem Merriam-Webster Online Dictionary verbunden.
- Klicken Sie dort auf das rote Lautsprechersymbol  der Vokabel und die Aussprache ertönt.

In dieser Vokabelliste finden Sie fast alle Vokabeln, die im deutschen Text *blau-kursiv* abgedruckt sind. Ferner finden Sie eine Auswahl der wichtigsten englischen Vokabeln aus den englischen Seiten sowie den Seiten Work with Words. Diese Wortliste ersetzt kein Wörterbuch!

A

ABC analysis	ABC-Analyse	alloyed cast iron	legiertes Gusseisen
abrasion	Abrasion, Verschleiß	alloyed steel	legierter Stahl
absolute dimensioning	absolute Bemaßung	alternating current motor	Wechselstrommotor
absolute measurement	absolute Maßangabe	alternating voltage	Wechselspannung
absolute measuring system	Absolutmesssystem	analog controller	analoger Regler
absolute pressure	absoluter Druck	analog signal	analoges Signal
acceleration	Beschleunigung	analysis of conflict	Konfliktanalyse
acceptance report	Abnahmeprotokoll	analysis of damage	Schadensanalyse
access	Zugang, Zugriff	analysis of error cause	Fehlerursachenanalyse
accessibility	Bauteile	ancillary company	Zulieferfirma
accessories	Zubehör	angle	Winkel
accomplish (to)	ausführen	angle of twist	Verdrehwinkel
according to	gemäß	angularity	Winkeligkeit
accumulator	Akkumulator	annealing	Glühen
accumulator pressure	Betriebsdruck	anti-friction-slideway	Wälzführung
accuracy characteristic	Genauigkeitskenngröße	antipollution measure	Umweltschutzmaßnahme
accuracy of guidance	Führungsgenauigkeit	anvil	Amboss
achieve (to)	erzielen	appliance	Einrichtung, Gerät
acoustic measurement	Geräuschmessung	application	Einsatz, Einsatzgebiet
action chart	Funktionsdiagramm	apply (to)	ausführen
action limit	Eingriffsgrenze	approach (to)	anfahren
activate (to)	einschalten	arbor press	Einpressdorn
actual value	Istwert	arc welding	Schutzgasschweißen
actual value display	Istwertanzeige	arm length	Armlänge
adaptive control	Anpasssteuerung	arranged mounting	angestellte Lagerung
additional	Zusatzoption	arrangement of bearings	Lageranordnung
additional information	Zusatzinformation	ascertain (to)	ermitteln, sicherstellen
additional option	maschinenspezifische Zusatzfunktion	assemble (to)	zusammenbauen
additional parameters	Hilfsparameter	assembly	Montage
adhesion	Adhäsion	assembly department	Montageabteilung
adhesive	Klebstoff	assembly disc	Montagescheibe
adhesive bonding	Kleben	assembly drawing	Gesamtzeichnung
adjusting command	Stellbefehl	assembly instruction	Montageanweisung, Montageplan
adjusting guard plate	Nachstellschutzblech	assembly interval	Montageschritt
admissible stress	zulässige Spannung	assembly line	Fertigungsstraße, Taktstraße
after sales	Kundendienst	assembly pick and place	bestücken
ageing	Alterung	attributive characteristic	attributives Merkmal
agent	Auftragnehmer	audit	Audit
aggressiveness	Aggressivität	austenite	Austenit
agreement	Kompromiss	austenite structure	Austenitgefüge
aids	Hilfsmittel	austenitic cast iron	austenitisches Gusseisen
air consumption	Luftverbrauch	automated hardness test	automatisierte Härteprüfung
air withdrawal	Luftentnahme	automated processes	Herstellung durch Automaten