

Friedrich-Wilhelm Gieseke, Jürgen Kaese, Lutz Langanke, Karl-Georg Schmid, Günter Sokele, Günther Tiedt

Metallbau

Grundwissen
Lernfelder 1–4

5. Auflage

Bestellnummer 231260

westermann

Diesem Buch wurden die bei Manuskriptabschluss vorliegenden neuesten Ausgaben der DIN-Normen, VDI-Richtlinien und sonstigen Bestimmungen zu Grunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die neuesten Ausgaben der DIN-Normen, VDI-Richtlinien und sonstigen Bestimmungen selbst.

Die DIN-Normen wurden wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Maßgebend für das Anwenden der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Auf verschiedenen Seiten dieses Buches befinden sich Verweise (Links) auf Internet-Adressen.

Haftungshinweis: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle wird die Haftung für die Inhalte der externen Seiten ausgeschlossen. Für den Inhalt dieser externen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich. Sollten Sie bei dem angegebenen Inhalt des Anbieters dieser Seite auf kostenpflichtige, illegale oder anstößige Inhalte treffen, so bedauern wir dies ausdrücklich und bitten Sie, uns umgehend per e-mail davon in Kenntnis zu setzen, damit beim Nachdruck der Verweis gelöscht wird.

Titelfoto: Firma Quasebart und Bils Metallbau GmbH, Oelde

Druck: westermann druck GmbH, Braunschweig

service@westermann-berufsbildung.de
www.westermann-berufsbildung.de

Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Postfach 33 20,
38023 Braunschweig

ISBN 978-3-14-231260-6

© Copyright 2016: Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Braunschweig
Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.

Hinweis zu § 52a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen.

VORWORT

Der Schülerband vermittelt die berufsbezogenen Lerninhalte für die Grundstufe Metallbau. Das Unterrichtswerk ist entsprechend des Rahmenlehrplanes nach **LERNFELDERN** gegliedert.

ARBEITSAUFTRAG

Für die Fertigung des Türschlossriegels liegen einige technische Unterlagen vor, nach denen das Bauteil hergestellt werden soll.

Um die Einzelteile fertigen und alle Einzelteile funktionsgerecht montieren zu können, muss man die technischen Unterlagen auswerten und eventuell durch Zusatzinformationen ergänzen.

Ermitteln Sie alle für die Fertigung und Montage notwendigen Informationen.

In den Kapiteln werden die berufsbezogenen Lerninhalte an Hand von *Aufträgen*, die sich beispielhaft auf ausgewählte praxisorientierte Projekte beziehen, dargestellt. Die grundlegenden kommunikativen, technologischen und mathematischen Sach-

verhalte werden herausgearbeitet und umfassend beschrieben. Hierbei wird auch auf sicherheitstechnische und umweltbezogene Aspekte eingegangen. Für die Arbeitsaufträge werden am Ende größerer Abschnitte beispielhafte Arbeitsplanungen dargestellt und dokumentiert.

Durch das Konzept werden fachsystematische und handlungssystematische Strukturen miteinander verschränkt.

Fertigen

Die einzelnen Abschnitte der Kapitel sind entsprechend ihres fachlichen Schwerpunktes durch *Hinweise am Seitenrand* gegliedert. Abschnitte, in denen beispielsweise die einzusetzenden Verfahren, Werkzeuge und Maschinen zum Durchführen einer Arbeitshandlung beschrieben werden, sind mit dem Hinweis *Fertigen* gekennzeichnet.

Die Sachverhalte sind in einfacher Sprache beschrieben. Aufzählungen, tabellarische Darstellungen, kursive Hervorhebungen und Verweise auf die zugehörigen Abbildungen unterstützen das selbstständige Lernen.

Grundlagen

Naturwissenschaftliche Grundlagen zum vertiefenden Verständnis technologischer Sachverhalte sind im entsprechenden Zusammenhang dargestellt. Es werden dabei allgemeingültige Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten herausgearbeitet und erläutert. Diese sind auf andere Zusammenhänge übertragbar und durch einen *blau unterlegten Hinweis* am Seitenrand hervorgehoben.

Farbige Merksätze und Zusammenfassungen dienen der schnellen Orientierung und Wiederholung.

Die mathematische Darstellung technologischer Sachverhalte erfolgt immer auch an durchgerechneten Beispielen. Sie sind durch *blaue Unterlegungen* gekennzeichnet.

Auf die Darstellung umfangreicher Tabellenwerte, die in Tabellenbüchern nachgeschlagen werden können, wurde bewusst verzichtet. Stattdessen wird im Text durch ein *Symbol* auf das Tabellenbuch verwiesen. Durch das Nachschlagen von Informationen soll zum selbstständigen Arbeiten mit Informationsquellen angehalten werden.

In einem eigenen Abschnitt werden *Methoden* zum Entwickeln, Auswählen und Präsentieren am Beispiel fachlicher Inhalte dargestellt.

Am Ende eines Kapitels wird am Beispiel eines kleineren technischen Systems eine *Gesamtaufgabe* gestellt. Sie enthält Aufgaben zum selbstständigen Informieren, Planen und Reflektieren.

Ein umfangreiches Sachwortverzeichnis in *deutscher und englischer Sprache* soll den Fremdsprachenerwerb in der Berufsschule unterstützen.

Autoren und Verlag
Braunschweig 2016

! Der Ausgang einer *UND-Verknüpfung* führt nur dann ein 1-Signal, wenn alle Eingänge ein 1-Signal aufweisen.

Zusammenfassung

Beispiel:

In eine Platte aus S 235 JR soll eine Nut 20 mm breit und 2 mm tief mit einem Schlichtschnitt eingefräst werden. Als Werkzeug wird ein Schafffräser Ø 20 mm aus Schnellarbeitsstahl mit 6 Zähnen verwendet.



Gesamtaufgabe



1 Manuelles Fertigen von Bauteilen

| | |
|---|--|
| Gesamtauftrag Türschlossriegel | |
| Analyse | |
| 1.1 Auswerten von technischen Unterlagen | |
| Arbeitsauftrag Auswerten technischer Unterlagen | |
| 1.1.1 Technische Unterlagen | |
| 1.1.2 Gesamtzeichnung und Stückliste | |
| 1.1.3 Einzelteilzeichnung | |
| 1.2 Halbzeuge und Werkstoffe | |
| Arbeitsauftrag Halbzeuge und Werkstoffe | |
| 1.2.1 Halbzeuge | |
| 1.2.2 Werkstoffe | |
| 1.2.2.1 Einteilung der Werkstoffe | |
| 1.2.2.2 Bezeichnung der Eisenwerkstoffe | |
| Zusammenfassung/Aufgaben | |
| 1.2.2.3 Einteilung und Verwendung der Stähle | |
| 1.2.2.4 Einteilung und Verwendung der Gusseisensorten | |
| 1.2.2.5 Einteilung und Verwendung der Nichteisenmetalle | |
| 1.2.2.6 Einteilung und Verwendung von Kunststoffen | |
| 1.2.2.7 Werkstoffe und Umwelt | |
| 1.2.2.8 Werkstoffeigenschaften | |
| Zusammenfassung/Aufgaben | |
| 1.3 Spanen | |
| Arbeitsauftrag Riegel | |
| 1.3.1 Zeichnungsanalyse | |
| 1.3.1.1 Darstellen flacher Werkstücke | |
| 1.3.1.2 Maßeintragung | |
| 1.3.1.3 Toleranzangaben | |
| 1.3.2 Anreißen | |
| 1.3.3 Grundlagen des Spanens | |
| 1.3.4 Sägen | |
| 1.3.5 Feilen | |
| Zusammenfassung/Aufgaben | |
| 1.4 Biegen | |
| Arbeitsauftrag Riegel biegen | |
| 1.4.1 Zeichnungsanalyse | |
| 1.4.2 Gestreckte Länge | |
| 1.4.3 Biegevorgang | |
| 1.4.4 Mindestbiegeradius | |
| 1.4.5 Biegen von Profilen | |
| 1.4.6 Biegen von Blechen | |
| Zusammenfassung/Aufgaben | |
| 1.5 Prüfen von Längen, Winkeln und Formen | |
| 1.5.1 Auswahl von Prüfgeräten | |
| 1.5.2 Stahlmaßstab | |
| 1.5.3 Messschieber | |
| 1.5.4 Geräte zum Prüfen von Winkeln | |
| 1.5.5 Prüfen mit Formlehren | |
| 1.5.6 Prüfvorgang | |
| Zusammenfassung/Aufgaben | |
| 1.6 Arbeitsplanung | |
| 1.7 Scheren | |
| Arbeitsauftrag Grundplatte | |
| 1.7.1 Zeichnungsanalyse | |
| 1.7.2 Blechbedarf | |
| 1.7.3 Scherschneiden | |

manual producing of components

| | |
|--|----|
| total job order lock bolt | 9 |
| analysis | 9 |
| interpretation of technical documents | 11 |
| job order interpretation of technical documents | 11 |
| technical documents | 11 |
| general drawing and parts list | 11 |
| component drawing | 12 |
| semi-finished products and materials | 13 |
| job order semi-finished products and materials | 13 |
| semi-finished products | 13 |
| materials | 14 |
| classification of materials | 14 |
| designation of iron materials | 15 |
| summary/problems | 17 |
| classification and usage of steels | 17 |
| classification and usage of cast iron | 20 |
| classification and usage of non-ferrous metals | 21 |
| classification and usage of plastics | 23 |
| materials and environment | 24 |
| material properties | 26 |
| summary/problems | 30 |
| metal cutting | 31 |
| job order locking bar | 31 |
| drawing analysis | 31 |
| representation of flat workpieces | 31 |
| dimensioning | 32 |
| indication of tolerances | 33 |
| scribing | 35 |
| basics of metal cutting | 37 |
| sawing | 38 |
| filing | 40 |
| summary / problems | 42 |
| bending | 43 |
| job order locking bar bending | 43 |
| drawing analysis | 43 |
| flat length | 43 |
| bending procedure | 44 |
| minimum bending radius | 46 |
| bending of profiles | 46 |
| bending of sheet metals | 48 |
| summary/problems | 50 |
| testing of lengths, angles and forms | 51 |
| selection of testing instruments | 51 |
| steel scale | 51 |
| vernier gauge | 52 |
| instruments for testing angles | 54 |
| testing with receiving gauges | 56 |
| testing procedure | 57 |
| summary / problems | 59 |
| work planning | 60 |
| shearing | 61 |
| job order base plate | 61 |
| drawing analysis | 61 |
| need of sheet metal | 61 |
| shear cutting | 63 |



| | |
|-------------------------------------|----|
| 1.7.3.1 Scherschneidvorgang | 63 |
| 1.7.3.2 Scherschneidwerkzeuge | 65 |
| Gesamtaufgabe | 68 |

| | |
|-----------------------------|----|
| shear cutting process | 63 |
| shear cutting tools | 65 |
| overall task | 68 |

| | |
|---|----|
| Methoden zum Entwickeln, Auswählen und Präsentieren | |
| MINDMAP | 70 |
| 6-3-5-Methode | 71 |
| Metaplan-Methode | 72 |
| Präsentationssoftware | 73 |
| Kundenorientierung | 74 |
| Kunde – extern und intern | 75 |

| | |
|---|----|
| methods for development, selection and presentation | 70 |
| mindmap | 70 |
| 6-3-5-method | 71 |
| metaplan method | 72 |
| presentation software | 73 |
| customer focus | 74 |
| customer – external and internal | 75 |

2 Maschinelles Fertigen von Bauteilen

| | |
|---|-----|
| Gesamtauftrag Biegevorrichtung | |
| Analyse | 77 |
| 2.1 Bohren, Senken, Reiben | 80 |
| Arbeitsauftrag Grundplatte | 80 |
| 2.1.1 Zeichnungsanalyse | 80 |
| 2.1.1.1 Prismatische Werkstücke | 80 |
| 2.1.1.2 Schnittdarstellung | 84 |
| 2.1.1.3 Oberflächenbeschaffenheit | 87 |
| 2.1.2 Bohrmaschinen | 88 |
| 2.1.3 Arbeitsbewegungen | 90 |
| 2.1.4 Bohren | 92 |
| 2.1.5 Senken | 96 |
| 2.1.6 Reiben | 97 |
| 2.1.7 Arbeitswerte | 100 |
| 2.1.8 Arbeitsplanung Bohren | 101 |
| 2.2 Gewindeherstellung | 102 |
| Arbeitsauftrag Aufnahme | 102 |
| 2.2.1 Gewindeabmessungen | 102 |
| 2.2.2 Zeichnungsanalyse – Gewindedarstellung | 103 |
| 2.2.2.1 Außengewinde | 103 |
| 2.2.2.2 Innengewinde | 104 |
| 2.2.3 Gewindebohren | 106 |
| 2.2.4 Gewindeschneiden | 108 |
| Zusammenfassung/Aufgaben | 109 |
| 2.2.5 Prüfen von Gewinden | 110 |
| 2.2.6 Arbeitsplanung Aufnahme | 110 |
| Gesamtaufgabe | 112 |
| 2.3 Drehen | 114 |
| Arbeitsauftrag Bolzen | 114 |
| 2.3.1 Zeichnungsanalyse | 114 |
| 2.3.2 Drehmaschinen | 115 |
| 2.3.2.1 Baueinheiten | 115 |
| 2.3.2.2 Spannmittel | 116 |
| 2.3.3 Drehverfahren | 117 |
| 2.3.4 Drehmeißel | 119 |
| 2.3.5 Arbeitswerte | 120 |
| 2.3.6 Kühlschmierstoffe | 121 |
| 2.3.7 Prüfen von Längen mit Messschrauben und Grenzlehren | 122 |
| 2.3.8 Oberflächenprüfung | 124 |
| 2.3.9 Arbeitsplanung Bolzen | 126 |
| Zusammenfassung | 128 |
| Gesamtaufgabe | 128 |

mechanical producing of components

| | |
|--|-----|
| total job order bending fixture | 77 |
| analysis | 77 |
| drilling, countersinking, reaming | 80 |
| job order base plate | 80 |
| drawing analysis | 80 |
| prismatic workpieces | 80 |
| sectional view | 84 |
| surface texture | 87 |
| drilling machines | 88 |
| working motions | 90 |
| drilling | 92 |
| countersinking | 96 |
| reaming | 97 |
| values | 100 |
| work planning drilling | 101 |
| threading | 102 |
| job order holder | 102 |
| thread dimensions | 102 |
| drawing analysis – representation of threads | 103 |
| external thread | 103 |
| internal thread | 104 |
| thread tapping | 106 |
| die threading | 108 |
| summary/problems | 109 |
| thread testing | 110 |
| work planning holder | 110 |
| overall task | 112 |
| turning | 114 |
| job order clevis pin | 114 |
| drawing analysis | 114 |
| turning machines | 115 |
| structural units | 115 |
| clamping devices | 116 |
| turning processes | 117 |
| cutting tools | 119 |
| values | 120 |
| metal working fluids | 121 |
| testing lengths with micrometer gauge and limit gauges | 122 |
| surface testing | 124 |
| work planning clevis pin | 126 |
| summary | 128 |
| overall task | 128 |

| | | |
|----------------------------|---|-----|
| 2.4 | Fräsen | 129 |
| Arbeitsauftrag Grundplatte | | |
| 2.4.1 | Fräsmaschinen | 130 |
| 2.4.1.1 | Baueinheiten | 130 |
| 2.4.2 | Spannmittel | 131 |
| 2.4.3 | Fräsverfahren | 132 |
| 2.4.4 | Arbeitswerte | 134 |
| 2.4.5 | Fräswerkzeuge | 135 |
| 2.4.6 | Fräsen im Metallbau | 137 |
| 2.4.6.1 | Metallbaufräsmaschinen | 138 |
| 2.4.6.2 | Fräsen von Rohrprofilen | 140 |
| 2.4.6.3 | Fräswerkzeuge für die Profilbearbeitung | 140 |
| Zusammenfassung/Aufgaben | | |

| | |
|---|-----|
| milling | 129 |
| job order base plate | 129 |
| milling machines | 130 |
| assemblies | 130 |
| adjusting accessories | 131 |
| milling processes | 132 |
| values | 134 |
| milling tools | 135 |
| milling in metal construction | 137 |
| milling machines for metal construction | 138 |
| milling of pipes | 140 |
| milling tools for section cutting | 140 |
| summary/problems | 141 |

3 Herstellen von Baugruppen

| | | |
|------------------------------------|---|--|
| Gesamtauftrag Greifer | | |
| Analyse | | |
| 3.1 | Schraubenverbindungen | |
| Arbeitsauftrag Schraubenverbindung | | |
| 3.1.1 | Zeichnungsanalyse | |
| 3.1.2 | Schrauben | |
| 3.1.3 | Muttern | |
| 3.1.4 | Kennzeichnung von Schrauben und Muttern | |
| 3.1.5 | Schraubensicherungen | |
| 3.1.6 | Gewindearten | |
| 3.1.7 | Kraftschlüssige Verbindungen | |
| 3.2 | Bolzen- und Stiftverbindungen | |
| Arbeitsauftrag Bolzenverbindung | | |
| 3.2.1 | Zeichnungsanalyse | |
| 3.2.2 | Bolzen | |
| 3.2.3 | Stifte | |
| 3.2.4 | Formschlüssige Verbindungen | |
| 3.3 | Schweiß-, Löt- und Klebeverbindungen | |
| Arbeitsauftrag Schweißverbindung | | |
| 3.3.1 | Zeichnungsanalyse | |
| 3.3.2 | Schweißverbindungen | |
| 3.3.2.1 | Lichtbogenhandschweißen | |
| 3.3.2.2 | Metall-Schutzgasschweißen | |
| 3.3.2.3 | Gasschmelzschweißen | |
| 3.3.3 | Lötverbindungen | |
| 3.3.3.1 | Lötvorgang | |
| 3.3.3.2 | Lötverfahren | |
| 3.3.3.3 | Anwendungen | |
| 3.3.3.4 | Arbeitsplanung | |
| 3.3.4 | Klebeverbindungen | |
| Arbeitsauftrag Klebeverbindung | | |
| 3.3.4.1 | Zeichnungsanalyse | |
| 3.3.4.2 | Klebevorgang | |
| 3.3.4.3 | Klebstoffarten | |
| 3.3.4.4 | Merkmale von Klebeverbindungen | |
| 3.3.4.5 | Anwendungen | |
| 3.4 | Demontage und Montage des Greifers | |
| 3.4.1 | Demontageplanung | |
| 3.4.2 | Montageplanung | |
| Gesamtaufgabe | | |

producing assemblies

| | |
|---|-----|
| total job gripper | 143 |
| analysis | 143 |
| bolted joints | 146 |
| job order bolted joint | 146 |
| drawing analysis | 146 |
| screws | 148 |
| nuts | 149 |
| identification of screws and nuts | 149 |
| lock washers | 150 |
| types of threads | 151 |
| force closures | 155 |
| clevis pin joints and pin joints | 156 |
| job order clevis pin joint | 156 |
| drawing analysis | 156 |
| clevis pins | 157 |
| pins | 157 |
| form closures | 159 |
| welded, brazed and bonded joints | 160 |
| job order welded joint | 160 |
| drawing analysis | 160 |
| welded joints | 160 |
| manual metal-arc welding | 161 |
| gas-shielded metal arc welding | 163 |
| gas welding | 164 |
| solder joints | 166 |
| soldering procedure | 166 |
| soldering processes | 167 |
| applications | 168 |
| work planning | 168 |
| bonded joints | 169 |
| job order bonded joint | 169 |
| drawing analysis | 169 |
| bonding procedure | 169 |
| types of adhesives | 170 |
| characteristics of bonded joints | 171 |
| applications | 171 |
| disassembly and assembly of the gripper | 172 |
| disassembly planning | 172 |
| assembly planning | 173 |
| overall task | 174 |



| | | | |
|-----------|--------------------------------|---------------------------|-----|
| 3.5 | Einfache Steuerungen | simple controls | 177 |
| | Arbeitsauftrag Druckluftpresse | job order pneumatic press | 177 |
| | Analyse | analysis | 177 |
| 3.5.1 | Pneumatische Steuerungen | pneumatic control systems | 178 |
| | Arbeitsauftrag Schaltplan | job order circuit diagram | 178 |
| 3.5.1.1 | Schaltungsanalyse | analyse of circuit | 178 |
| 3.5.1.2 | Bauglieder | structural units | 180 |
| 3.5.1.2.1 | Aufbereitungseinheit | conditioning unit | 180 |
| 3.5.1.2.2 | Zylinder | cylinder | 180 |
| 3.5.1.2.3 | Wegeventile | directional valves | 182 |
| 3.5.1.2.4 | Sperrventile | stop valves | 184 |
| 3.5.1.3 | Funktionsdarstellung | functional representation | 185 |
| 3.5.1.3.1 | Signal- und Energiefluss | signal and energy flow | 185 |
| 3.5.1.3.2 | Funktionsbeschreibung | functional description | 186 |
| 3.5.1.3.3 | Funktionspläne | functional diagrams | 187 |
| 3.5.1.3.4 | Zustandsdiagramme | phase diagrams | 191 |
| | Gesamtaufgabe | overall task | 193 |

4 Warten technischer Systeme

| | |
|---------|---------------------------------------|
| | Gesamtauftrag Säulenbohrmaschine |
| | Analyse |
| 4.1 | Warten als Teil der Instandhaltung |
| 4.1.1 | Allgemeine Sicherheitshinweise |
| 4.1.2 | Arbeiten mit elektrischen Werkzeugen |
| 4.1.2.1 | Kennzeichnung elektrischer Geräte |
| 4.1.2.2 | Sicherheitsmaßnahmen vor dem Arbeiten |
| 4.1.2.3 | Anschluss des Winkelschleifers |
| 4.2 | Wartungsmaßnahmen |
| 4.2.1 | Reinigen |
| 4.2.2 | Schmieren und Ergänzen |
| 4.2.3 | Auswechseln |
| 4.2.4 | Nachstellen |
| 4.3 | Pflegen von Kühlschmierstoffen |
| 4.4 | Korrosionsschutzmaßnahmen |
| | Gesamtaufgabe |

service of technical systems

| | | |
|--|-------------------------------------|-----|
| | total job order drill press | 195 |
| | analysis | 195 |
| | service as part of maintenance | 198 |
| | general safety notes | 199 |
| | working with power tools | 200 |
| | designation of electric equipment | 200 |
| | safety measures before working | 202 |
| | connection of an angular grinder | 202 |
| | service measures | 206 |
| | cleaning | 206 |
| | lubricating and supplementing | 206 |
| | changing | 209 |
| | readjusting | 210 |
| | maintenance of metal working fluids | 211 |
| | corrosion prevention measures | 213 |
| | overall task | 214 |

| | |
|------------------------|--|
| Sachwortverzeichnis | |
| Bildquellenverzeichnis | |

| | |
|---------------------------|-----|
| index | 216 |
| list of picture reference | 224 |

1.1.3 Einzelteilzeichnung

Die Einzelteilzeichnung des Riegels (Abb. 1) muss alle notwendigen Informationen für die Fertigung und die Qualitätskontrolle enthalten. Dazu zählen:

- **Informationen des Schriftfeldes**, z. B. Benennung, Halbzeug und Werkstoff, Maßstab der Darstellung, Angaben zur Oberflächenbeschaffenheit und zu den Allgemeintoleranzen,
- **Informationen der Darstellung**, z. B. Grundformen, Bearbeitungsformen,
- **Informationen der Bemaßung**, z. B. Größe und Formen, besondere Abmaße und
- **Informationen durch Symbole**, z. B. Angaben zur Oberflächenbeschaffenheit und Allgemeintoleranzen.

Im Schriftfeld sind angegeben:

- ① die Benennung des Einzelteils: Riegel
- ② die Zeichnungsnummer: 1.004
- ③ die Angaben für das Halbzeug:
Flach EN 10278-20 x 3 x 138 Stahl EN 10277-2-S235JR
- ④ der Zeichnungsmaßstab: 1:2
- ⑤ der Hinweis auf die Norm für die Oberflächenbeschaffenheit: **DIN EN ISO 1302**
- ⑥ der Hinweis auf die Norm für die Allgemeintoleranzen: **DIN ISO 2768 - c**

Im ersten Produktionsschritt sind das angegebene Halbzeug bereitzustellen und dessen Rohmaße zu überprüfen.

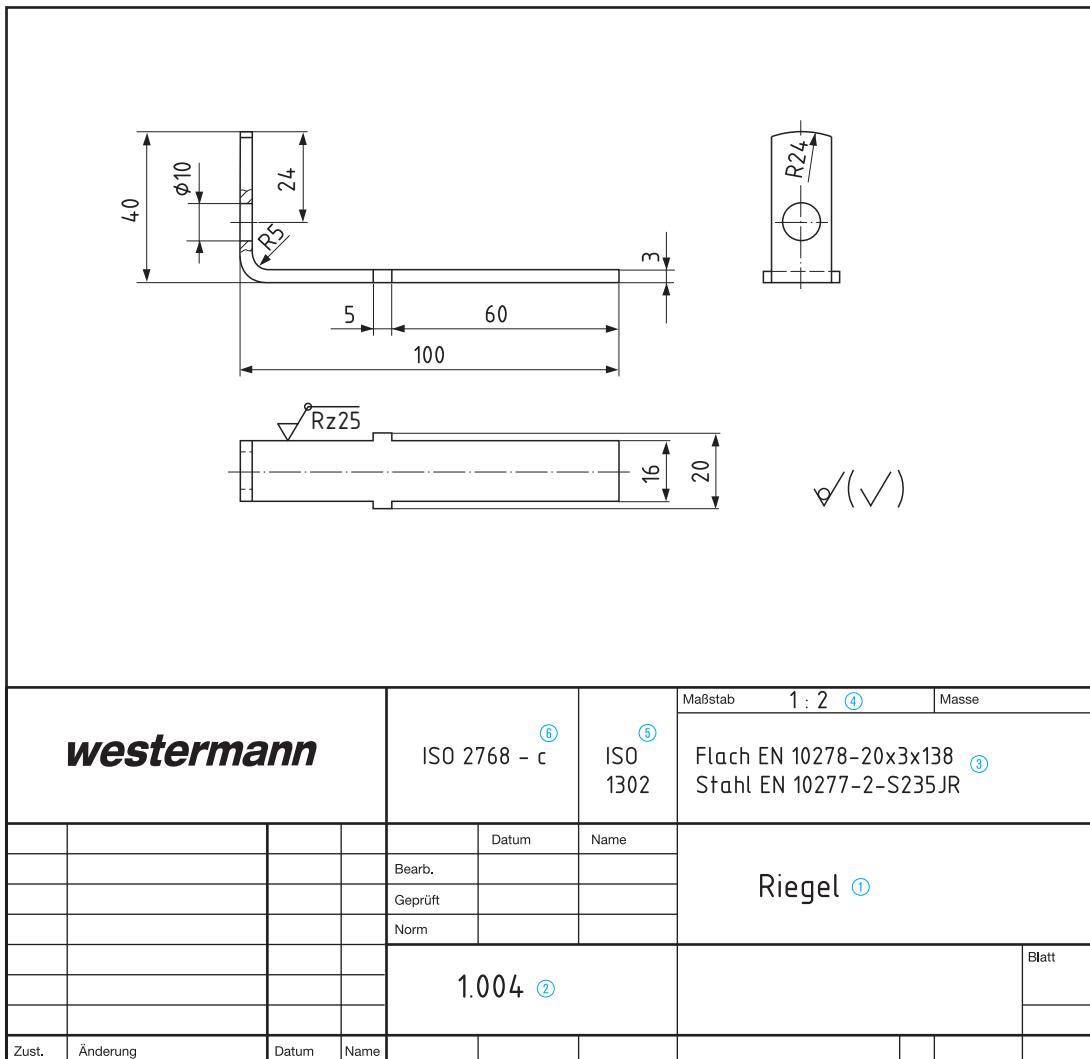
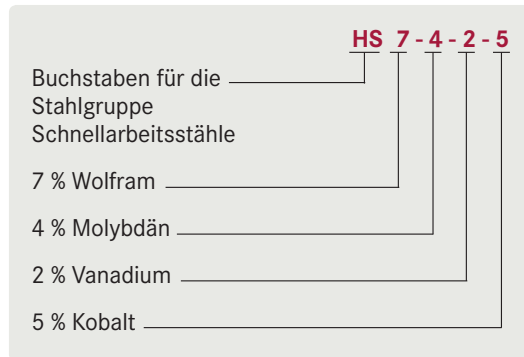


Abb. 1: Einzelteilzeichnung Riegel

Schnellarbeitsstähle

Das Hauptsymbol für die Bezeichnung der Schnellarbeitsstähle besteht aus

- den Buchstaben der Stahlgruppe und
- der Angabe der Masseprozent der Legierungsbestandteile in der Reihenfolge W-Mo-V-Co

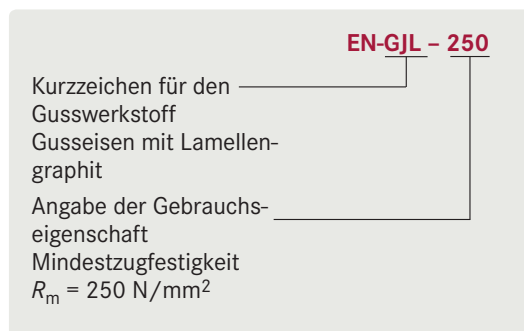


Viele Werkzeuge, z. B. Spiralbohrer, sind aus HSS hergestellt. Die Bezeichnung HSS bezieht sich auf Schnellarbeitsstähle mit besonderem Co- und V-Gehalt.

Gusseisenwerkstoffe

Die Bezeichnung der Gusseisenwerkstoffe besteht aus dem Vorsatz EN (Euro-Norm), dem Hauptsymbol, welchem Zusatzsymbole folgen können. Das Hauptsymbol besteht aus

- dem Kurzzeichen für den Gusswerkstoff gefolgt von einem Bindestrich und
- der Angabe der Gebrauchseigenschaft (→



Bezeichnung der Werkstoffe durch Werkstoffnummern

Werkstoffe werden neben der Bezeichnung durch Buchstaben und Zahlen auch durch Werkstoffnummern gekennzeichnet. Dies ist vorteilhaft, wenn im Betrieb der Einsatz der Werkstoffe mit Hilfe der EDV verwaltet wird. Es sind je nach Werkstoff unterschiedliche Nummernsysteme im Gebrauch (→

Zusammenfassung

Eisenwerkstoffe werden bezeichnet durch eine

- Werkstoffkurzbezeichnung oder
- Werkstoffnummer.

Die Werkstoffkurzbezeichnung besteht aus einem Hauptsymbol und einem Zusatzsymbol.

Stähle und Gusseisenwerkstoffe werden bezeichnet

- nach der Verwendung und den Eigenschaften oder
- nach der chemischen Zusammensetzung.

Aufgaben

1. Erläutern Sie mit Hilfe des Tabellenbuches die Benennung des Halbzeuges:
Blech EN 10131-2x130x465
Stahl EN 10130-DC04Am
2. Erläutern Sie den Aufbau der Stahlbezeichnung nach DIN EN 10 027.
3. Welche Umrechnungsfaktoren haben die Legierungselemente C, S, Mn, W, Mo, V, Cr?
4. Erläutern Sie folgende Kurznamen: S 275 JR, 16 MnCr 5, C 35E, 34 CrAlNi 7, X 155 CrVMo 12-1, GG-20, GS-17 CrMo 5-5, HS 18-1-2-10.
5. Ermitteln Sie die Kurznamen nach DIN EN 10027 für St 37-3U, St 50-2 und WStE 285.

1.2.2.3 Einteilung und Verwendung der Stähle

Stahl ist ein Eisenwerkstoff mit weniger als 2,06 % Kohlenstoff.

In der **DIN EN 10020** unterscheidet man

- unlegierte Stähle und
- legierte Stähle.

Ein Stahl gilt als *unlegiert*, wenn die tatsächlichen Massegehalte der Begleit- und Legierungselemente unter den in Tab. 1 (nächste Seite) angegebenen Grenzgehalten liegen.

Ein Stahl heißt *legiert*, wenn die genannten Grenzgehalte zumindest in einem Fall erreicht oder überschritten werden.

Hat ein Stahl mindestens ein Legierungselement mit einem Gehalt von $\geq 5 \%$, so nennt man den Stahl hochlegiert.

Informieren

Fertigen

1.3.2 Anreißen

Die Grundlage für die Fertigung von Werkstücken ist die technische Zeichnung. Sie enthält alle notwendigen Angaben über Größe und Form eines Werkstückes. Das Übertragen von Maßen und Formen auf das Rohteil mit Hilfe von Messzeugen und Anreißwerkzeugen nennt man Anreißen.

! Anreißen ist das Übertragen von Maßen und Formen aus der Fertigungszeichnung auf das zu bearbeitende Rohteil oder Halbfertigteil.

Die Anrisslinien sollen gut sichtbar sein. Deshalb wird das Rohteil vor dem Anreißen häufig mit einem Anstrich versehen. Die Reißnadel ritzt die aufgetragene Schicht. Dadurch hebt sich die Anrisslinie deutlich von der Oberfläche ab. Als Anstrichmittel verwendet man z. B. Schlammkreide oder Anreißlack. Wird kein Anstrichmittel verwendet, ritzt beim Anreißen die Reißnadel die Oberfläche des Roh-teiles ein. Dies führt zur Beschädigung der Oberfläche. Beim Biegen im Bereich des Anrisses können dünne Werkstücke brechen. Deshalb dürfen Biegeteile nur auf der Seite des Innenradius ange-rissen werden.

Beim Anreißen weicher Werkstoffe, z. B. Aluminium, wird ein Bleistift verwendet, um die Oberfläche nicht zu beschädigen.

Die Profilflächen des Flachstahls sind im Stahlwerk in ausreichender Genauigkeit und Oberflächengüte vorgefertigt. Zur Herstellung der Halterung werden die Flächen evtl. mit einer Bürste entrostet. Vor dem Anreißen wird eine Stirnfläche so bearbeitet, dass sie eben und rechtwinklig zu den Seitenflächen ist. Auf diese Fläche werden die Längenmaße bezogen, man nennt sie Maßbezugsebene (Abb. 5).

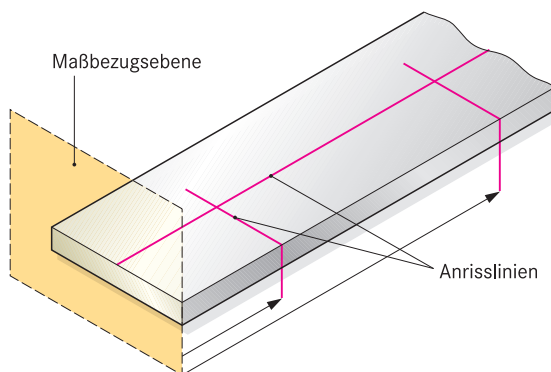


Abb. 5: Maßbezugsebenen

Als Anreißwerkzeuge werden Reißnadeln verwendet (Abb. 6). Der Werkstoff der Reißnadeln richtet sich nach dem Werkstoff und der Oberflächenbeschaffenheit der anzureißenden Werkstücke (Tab. 1, nächste Seite).

Einfache Anreißarbeiten werden meistens auf der Werkbank ausgeführt. Für genauere oder umfangreiche Anreißarbeiten wird die Anreißplatte verwendet. Die Anreißplatte darf nicht für andere Arbeiten oder als Ablage für Werkstücke und Werkzeuge benutzt werden.

Gerade Reißnadel



Körner

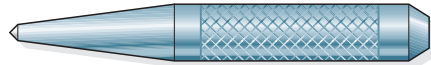


Abb. 6: Reißnadel und Körner

Abb. 7a zeigt das Anreißen gerader Linien mit unterschiedlichen Anreißwerkzeugen.

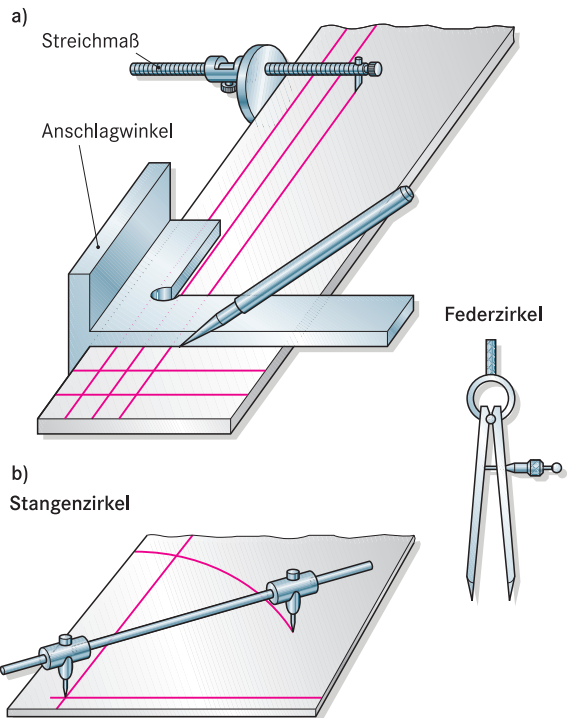


Abb. 7: Anreißen

Zum Anreißen von Kreisen verwendet man Anreißzirkel mit zwei geschliffenen und gehärteten Metallspitzen (Abb. 7b).

Der Kreismittelpunkt muss angekört werden, damit sich die Zirkelspitze beim Zeichnen des Kreises nicht verschiebt. Man benutzt dazu einen Körner, dessen Spitze einen Winkel von ca. 60° hat (Abb. 6). Die Spitze des Körners ist gehärtet.

1.7 Scheren

ARBEITSAUFTRAG

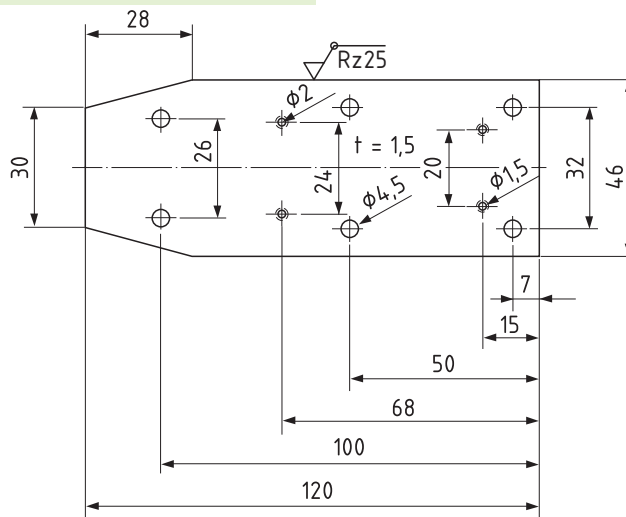
Die Grundplatte (Pos. 1) des Türschlossriegels ist aus Blech herzustellen. Das Blech wird vom Stahlwerk in großen Tafeln in 1,5 mm Dicke geliefert.

In der Werkstatt ist die Grundplatte auf der Blechtafel anzureißen, durch Scheren auszuscheiden und durch Feilen und Bohren fertig zu stellen.

1.7.1 Zeichnungsanalyse

Flache Werkstücke, z. B. Platten oder Biegeteile, werden aus Blechen oder Flachprofilen gefertigt.

Bauteile werden in technischen Zeichnungen in der Regel in mehreren Ansichten gezeichnet, flache Werkstücke nur in einer Ansicht. Hier ist die Grundplatte in einer Ansicht dargestellt, sie zeigt Form und Abmessungen des fertigen Produktes (Abb. 3).



✓(✓)

| westermann | | | | Maßstab 1 : 2 | | Masse |
|-------------------|----------|-------|---------|---------------------------|------|--------------------------|
| | | | | ISO 2768 - c | | ISO 1302 |
| | | | | Blech EN 10131-1,5x48x122 | | Stahl EN 10130-DC 03-A-m |
| | | | | Datum | Name | Grundplatte |
| | | | Bearb. | | | |
| | | | Geprüft | | | |
| | | | Norm | | | |
| | | | | 1.001 | | Blatt |
| | | | | | | |
| Zust. | Änderung | Datum | Name | | | |

Abb. 3: Grundplatte

1.7.2 Blechbedarf

Bei dem Ausschneiden der Grundplatte aus einer Blechtafel entsteht Abfall. Dieser Abfall heißt auch Verschnitt. Aufgabe des Facharbeiters ist es, den Verschnitt möglichst gering zu halten.

Der Blechbedarf ergibt sich hier aus den Abmessungen des Halbzeuges

$$A = l \cdot b = 122 \text{ mm} \cdot 48 \text{ mm} = 5856 \text{ mm}^2$$

Nach dem Abschneiden der Ecken und dem Feilen der Kanten auf das Fertigmaß der Grundplatte ergibt sich ein Verschnitt A_V

$$A_V = A - A_F$$

$$A_F = 120 \text{ mm} \cdot 46 \text{ mm} - 2 \cdot \frac{28 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm}}{2} = 5296 \text{ mm}^2$$

$$A_V = 5856 \text{ mm}^2 - 5296 \text{ mm}^2 = 560 \text{ mm}^2$$

3.5 Einfache Steuerungen

GESAMTAUFTRAG

In einer Metallbauwerkstatt wird eine Druckluftpresse (Abb. 1) zur Herstellung von Befestigungsschellen eingesetzt.

Der Pressvorgang zur Herstellung der Schellen läuft wie folgt ab:

Ein Blechstreifen wird in das Untergesenk der Presse eingelegt. Anschließend wird mit dem Absenken des Schutzgitters der Zugang zum Werkstück versperrt.

Wenn sich das Schutzgitter in der geschlossenen Position befindet, kann durch Betätigung des Starttasters oder des Fußschalters der Pressvorgang ausgelöst werden.

Dann bewegt sich der Stößel mit dem Obergesenk in Richtung Untergesenk und biegt die Befestigungsschelle.

Wenn anschließend die Betätigung des Starttasters bzw. des Fußschalters aufgehoben wird, bewegt sich der Stößel mit dem Untergesenk wieder zurück in die Ausgangsposition.

Nach dem Hochfahren des Schutzgitters kann die Schelle entnommen werden.

Die Steuerung der Presse erfolgt pneumatisch und soll installiert werden.

ANALYSE

Technische Unterlagen

Zuerst werden die vorhandenen technischen Unterlagen ausgewertet.

Für die Presse steht ein Pneumatikschaltplan zur Verfügung.

In diesem sind

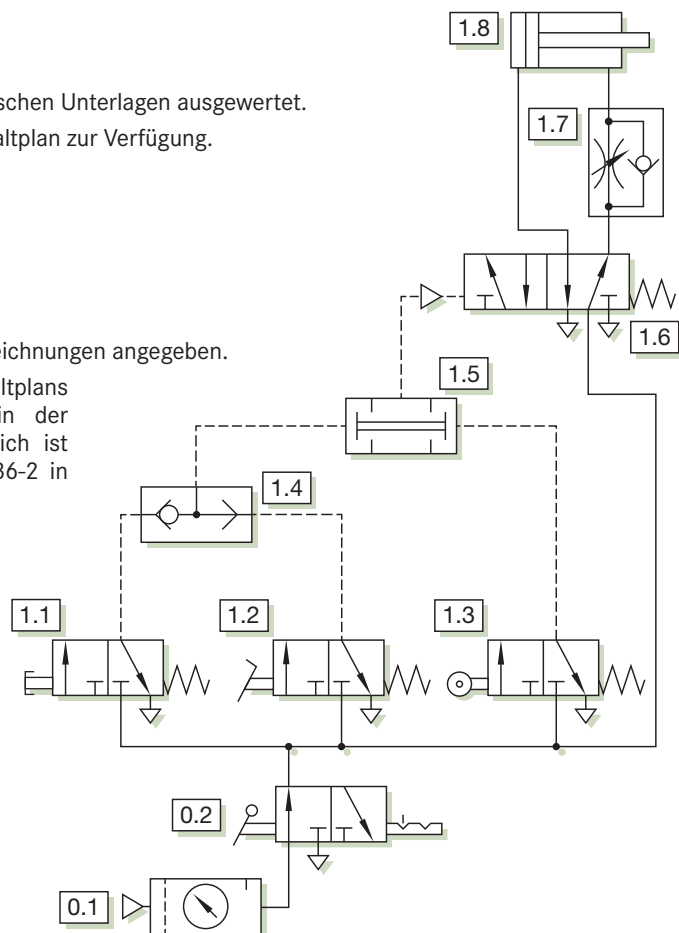
- Zylinder (1.8),
- Ventile (1.1–1.7),
- Aufbereitungseinheit (0.1; 0.2) und
- Verbindungsleitungen

dargestellt, sowie die zugehörigen Bezeichnungen angegeben.

Die Bezeichnung der Bauteile des Schaltplans erfolgt entsprechend ISO 1219-2 in der Fassung von September 2012. Möglich ist auch die Bezeichnung nach EN 81 336-2 in der Fassung von Oktober 2010.

Aufbau und Funktion der Steuerung

Die Steuerung der Presse erfolgt pneumatisch. Um Unfallgefahren zu vermeiden, kann der Stößel mit dem Obergesenk nur ausfahren werden, wenn zuvor das Schutzgitter abgesenkt und dadurch ein Signalglied betätigt wurde. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass die Hände des Bedieners nicht eingeklemmt werden können. Das Ausfahren des Stößels kann über den Starttaster oder über den Fußschalter erfolgen.



3.5.1 Pneumatische Steuerungen

ARBEITSAUFTRAG

Damit die Steuerung installiert werden kann, müssen die Aufgaben der pneumatischen Bauglieder sowie deren Zusammenwirken in der Schaltung bekannt sein.

Dazu wird der Schaltplan im Folgenden analysiert.

Um die im Schaltplan vorhandenen Informationen zu verstehen, ist es notwendig, die zugrunde liegenden Zeichenregeln, Schaltzeichen und Normen zu kennen.

Dieses Ventil bildet die *Signalausgabe* und steuert den Druckluftstrom zum Ausfahren des Zylinders.

Im Schnittschaltplan sind die Bauglieder anschaulich dargestellt und die Funktionsabläufe dadurch einfach nachvollziehbar (Abb. 1). Allerdings ist diese Art der Darstellung sehr aufwändig und für umfangreiche Schaltungen zu unübersichtlich. Deshalb werden pneumatische Schaltpläne vereinfacht mit genormten Symbolen dargestellt.



Pneumatische Schaltpläne stellen die Funktionsweise von pneumatischen Steuerungen dar. Sie geben nicht die tatsächliche räumliche Anordnung der Bauglieder an.

Informieren

3.5.1.1 Schaltungsanalyse

Der Starttaster, der Fußschalter und der Endschalter zur Abfrage der Lage des Schutzgitters bilden die *Signaleingabe*. Sie geben bei Betätigung Signale an die folgenden Ventile weiter. Hier werden die Signale so miteinander verknüpft, dass nur dann ein Ausfahrssignal an den Zylinder weitergegeben wird, wenn der Starttaster oder der Fußschalter und der Endschalter gleichzeitig betätigt werden. Dieser Teil der Schaltung bildet die *Signalverarbeitung*.

Ist die Ausfahrbedingung erfüllt, wird ein Signal an das Ansteuerventil des Zylinders gegeben.

Gliederung pneumatischer Schaltpläne

Die Pressensteuerung besitzt lediglich einen Schaltkreis, da nur ein Zylinder eingesetzt ist (Abb. 2). Ein *Schaltkreis* umfasst alle Bauglieder zur Steuerung eines Zylinders. Die einzelnen Bauglieder eines Schaltkreises sind entsprechend des Signalfusses und des Energieflusses von unten nach oben angeordnet.

Befinden sich in einer Steuerung mehrere Antriebsglieder im Einsatz, so gibt es ebenso viele Schaltkreise. Diese werden in der Reihenfolge des Steuerungsablaufes von links nach rechts nebeneinander angeordnet (→).

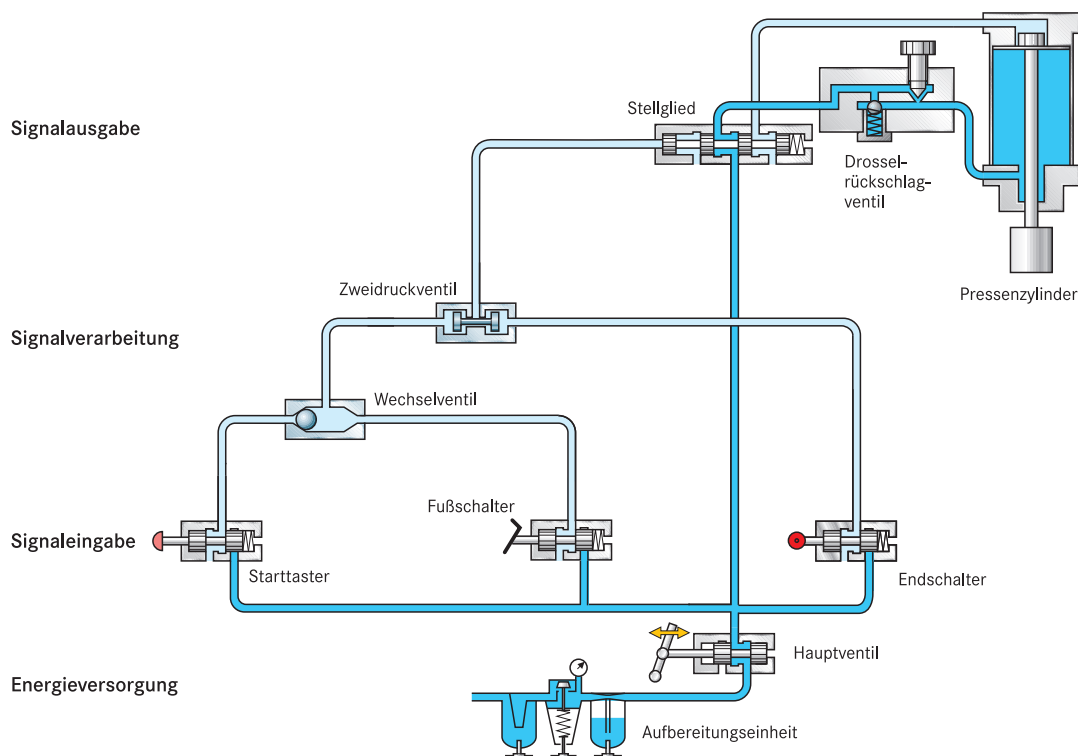


Abb. 1: Schnittschaltplan



auch über
Web-Link

Darstellung und Kennzeichnung der Bauglieder

Die Zylinder und Ventile sollen möglichst waage-recht dargestellt werden. Sie sind dabei in Aus-gangsstellung zu zeichnen. Diese Schaltstellung ergibt sich nach dem Einschalten der Anlage, aber vor Betätigung der Starttaster. Jedes Bauglied erhält eine Kennzeichnung, die mit einem Rahmen versehen ist. Entsprechend ISO 1219-2: 2012-09 beginnt die Kennzeichnung mit der Schaltkreis-nummer. Für Versorgungseinheiten ist das die Ziffer 0. Danach werden die Schaltkreise fortlau-fend durchnummeriert. Dann folgt ein Punkt und dann die Bauteilnummer. Die Nummerierung der Bauteile startet unten links mit 1 und wird fortlau-fend durchgeführt ungeachtet der Art der Bauteile. Entsprechend dieser Regel wird der Taster unten links im Schaltplan mit der Kennzeichnung 1.1 ver-sehen. In der bisherigen DIN ISO 1219-2:1995-12 wurde statt des Punktes die verwendete Bauteilart (Tab. 1) durch einen Kennbuchstaben angegeben. Die folgende Bauteilnummer bezog sich immer auf eine Bauteilart. Für den Taster ergab sich damit die Kennzeichnung 1S1.

Tab. 1: Bisherige Kennzeichnung der Bauteilart nach ISO 1219-2: 1995-12

| Kennbuch-stabe | Bauteilart | Beispiele |
|----------------|-----------------------|---|
| P | Pumpen und Verdichter | Kolben-kompressor |
| A | Antriebsglieder | Zylinder |
| M | Antriebsmotoren | Elektromotor |
| S | Signalglieder | Grenztaster, Starttaster |
| V | andere Ventile | Zweidruckventil, Drosselrück-schlagventil |
| Z | andere Bau-glieder | Aufbereitungs-einheit, Mano-meter, Behälter |

Leitungen

Leitungen werden in Schalt-plänen je nach ihrer Funktion mit unterschiedlichen Linien dargestellt.

- ① *Arbeitsleitungen* und *Anschlussleitungen* an das Druckluftnetz werden mit Volllinien dargestellt. Über diese Leitungen werden Ventile und Zylinder mit Druckluft versorgt.
- ② *Steuerleitungen* werden mit Strichlinien dargestellt. Über diese Leitungen werden die Steuersignale zum Umschalten der Ventile geleitet. Die Linien für die Leitungen werden senkrecht und waage-recht gezogen. Sie sollen sich möglichst nicht kreuzen.
- ③ *Leistungsverbindungen* werden durch einen Punkt gekenn-zeichnet.

Die Einheiten zur Energiever-sorgung werden in pneu-matischen Schaltplänen meist nicht dargestellt.

- ④ Die *Druckquelle* wird durch ein unausgefülltes Dreieck symbolisiert.

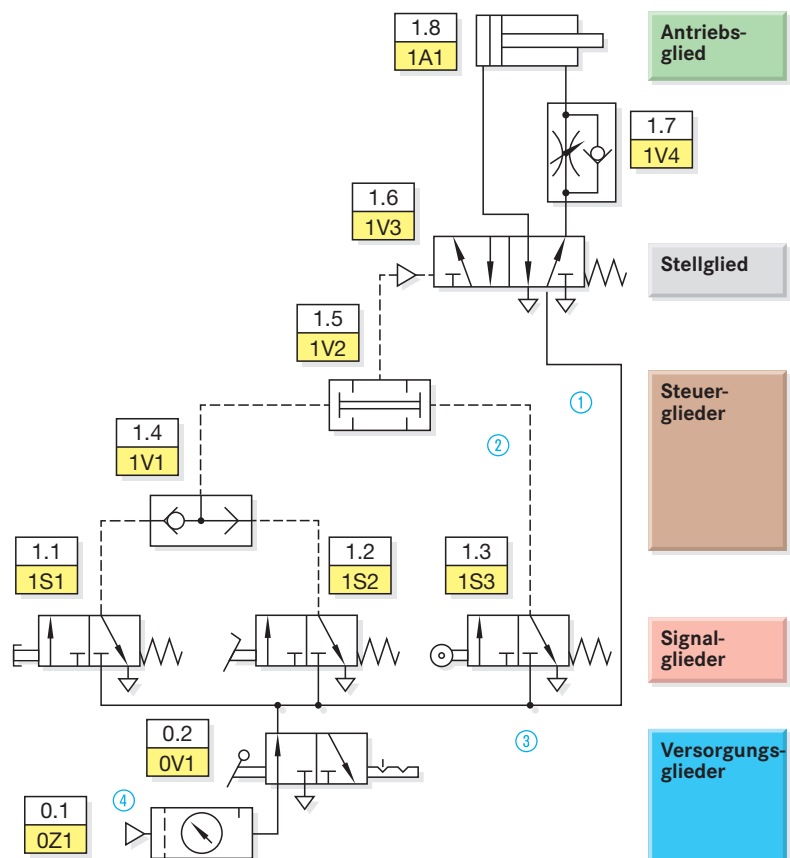
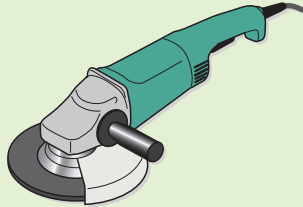


Abb. 2: Pneumatikschaltplan der Druckluftpresse

4.1.2 Arbeiten mit elektrischen Werkzeugen

ARBEITSAUFTRAG

An einem Außengeländer sind die Schweißnähte mit einem Winkelschleifer nachzuarbeiten.



Auf Grund schlechter Lichtverhältnisse wird ein Halogenstrahler benötigt. Die Stromversorgung erfolgt über eine Kabeltrommel. Beim Arbeiten mit elektrischen Geräten sind die Sicherheitsvorschriften einzuhalten.

4.1.2.1 Kennzeichnung elektrischer Geräte

Der Winkelschleifer besitzt ein Typenschild, das die Grundlage für den fachgerechten Einsatz bietet. Es enthält neben der Maschinencodierung und den elektrischen Kennwerten auch Hinweise zum Arbeitsschutz (Abb. 1).

- ① Die Herstellerangaben kennzeichnen das Gerät eindeutig. Diese Angaben sind zum Beispiel bei einer Ersatzteilbestellung erforderlich.

- ② Der Winkelschleifer wird mit 230 Volt Wechselspannung (~) betrieben.

Bei einfachen Tätigkeiten mit handgeführten Werkzeugmaschinen wie Montage- oder Reparaturarbeiten wird die Stromversorgung durch das Hausnetz des Kunden bereitgestellt. In Europa beträgt die Spannung 230 Volt.

Die elektrische Energieversorgung von Baustellen wird oft mit Baustromverteilern durchgeführt. Wie bei Netzanschlüssen von Häusern, sind diese mit mehreren Anschlussmöglichkeiten ausgestattet (Abb. 2).



Abb. 2: Baustromverteiler

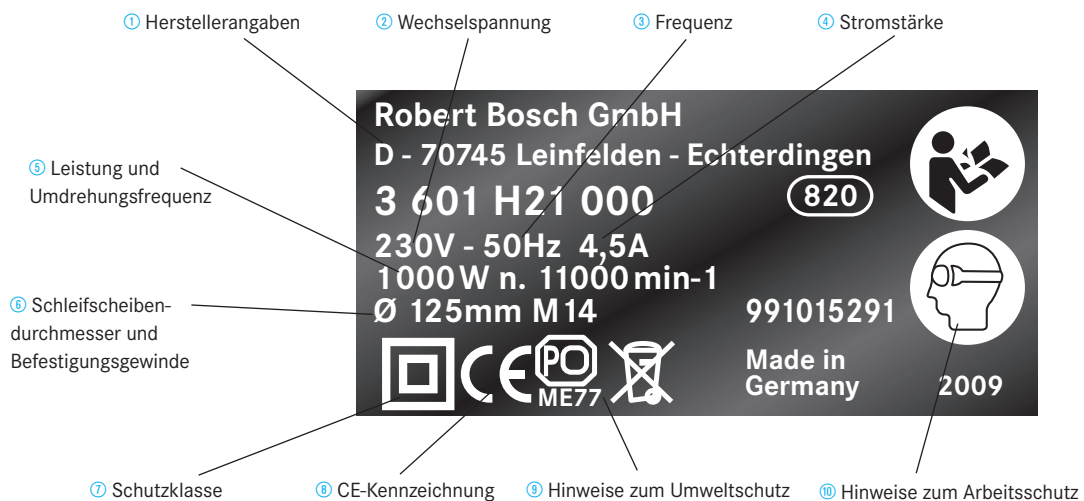


Abb. 1: Typenschild des Winkelschleifers

Beispiel:**Elektrische Größen in der Reihenschaltung**

Die abgewickelte Kabeltrommel besitzt laut Herstellerangaben einen Widerstand von $0,5 \, \Omega$, der Winkelschleifer besitzt vereinfacht einen Widerstand von $50 \, \Omega$. Die Spannung beträgt 230 Volt.

Wie groß ist die Stromstärke I_{ges} ?

Geg.: $R_1 = 0,5 \, \Omega$; $R_2 = 50 \, \Omega$; $U = 230 \text{ Volt}$

Ges.: Stromstärke I_{ges} in A

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 = 0,5 \, \Omega + 50 \, \Omega$$

$$R_{\text{ges}} = 50,5 \, \Omega$$

$$I_{\text{ges}} = U_{\text{ges}} / R_{\text{ges}} = 230 \text{ V} / 50,5 \, \Omega$$

$$I_{\text{ges}} = 4,6 \text{ A}$$

Die Stromstärke beträgt $I = 4,6 \text{ A}$

Wird ein weiteres Verlängerungskabel zur Stromversorgung benötigt, so liegen drei Widerstände in Reihe.

Parallelschaltung

Auf Grund der Lichtverhältnisse wird ein Halogenstrahler an die Kabeltrommel geschlossen. Der Halogenstrahler liegt parallel zum Winkelschleifer (Abb. 1).

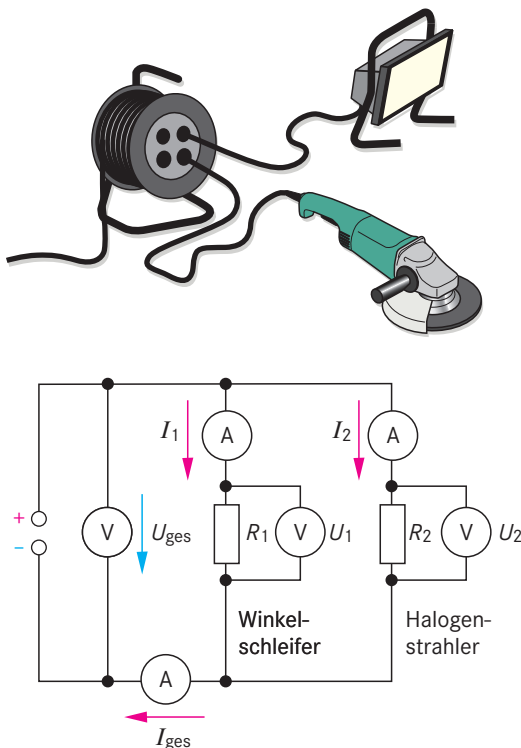


Abb. 1: Skizze und Schaltplan Parallelschaltung Winkelschleifer und Halogenstrahler

Für die Parallelschaltung gelten folgende Regeln:

In der Parallelschaltung liegt an jedem Gerät die gleiche Spannung.



Werden Widerstände parallel geschaltet und an eine Spannungsquelle angeschlossen, liegt an allen Widerständen die gleiche Spannung an.

$$U_{\text{ges}} = U_1 = U_2$$

Der Gesamtstrom ergibt sich aus der Summe beider Geräteströme.



In der Parallelschaltung ist die Gesamtstromstärke die Summe der Teilstromstärken.

$$I_{\text{ges}} = I_1 + I_2$$

Der Gesamtwiderstand ist kleiner als der kleinste Einzelwiderstand.



Der Kehrwert des Gesamtwiderstandes ist die Summe der Kehrwerte der Teilwiderstände.

$$\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Beispiel:**Elektrische Größen in der Parallelschaltung**

Der Halogenstrahler besitzt laut Herstellerangaben einen Widerstand von $100 \, \Omega$, der Winkelschleifer einen Widerstand von $50 \, \Omega$. Die Spannung beträgt 230 Volt.

Wie groß ist die Stromstärke I_{ges} ?

Geg.: $R_1 = 100 \, \Omega$; $R_2 = 50 \, \Omega$; $U = 230 \text{ Volt}$

Ges.: Stromstärke I_{ges} in A

$$1/R_{\text{ges}} = 1/R_1 + 1/R_2$$

$$1/R_{\text{ges}} = 1/100 \, \Omega + 1/50 \, \Omega$$

$$R_{\text{ges}} = 33,3 \, \Omega$$

$$I_{\text{ges}} = U_{\text{ges}} / R_{\text{ges}}$$

$$I_{\text{ges}} = 230 \text{ V} / 33,3 \, \Omega$$

$$I_{\text{ges}} = 6,9 \text{ A}$$

Die Stromstärke beträgt $I = 6,9 \text{ A}$

Wird zum Winkelschleifer und dem Halogenstrahler noch zusätzlich eine Absaugereinrichtung an die Kabeltrommel angeschlossen, so liegen drei Widerstände parallel zueinander.

Verlag und Autoren möchten hiermit den nachstehend aufgeführten Firmen, Verbänden, Institutionen, Zeitschriften- und Buchredaktionen sowie Einzelpersonen für ihre tatkräftige und großzügige Hilfe bei der Bereitstellung von Bild- und Informationsmaterial und für ihre Beratung danken.

F = Foto(s); Z = Zeichnung(en)

Aluminium-Zentrale e.V. Düsseldorf: F: 21.3

Arbeitsgemeinschaft der Metall-Berufsgenossenschaften, Düsseldorf: 120, 208

Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektronik, Köln: F: 199.5

Eisenwerk Schönheiderhammer GmbH, Schönheide: F: 21.2 (unten)

FASTI-Werk Carl Aug. Fastenrath GmbH & Co. KG, Wermelskirchen: F: 49.3

Festo AG & Co., Esslingen: F: 180.1, 181.4, 182 (Tab. 1)

fotolia.com, New York: F: 200.2, 201.3, 201.4

Fotostudio Druwe & Polastri, Cremlingen: F: 38.1, 40.1, 63.1, 89.3, 92 (Tab. 1), 97.4, 98 (Tab. 1), 107.4+5, 116.2, 131.5, 135 (Tab. 1), 148.1, 149 (Tab. 1)

Friedrich-Wilhelm Gieseke: F: 139.4–6, 140.2–4, 210.2–3

HELIOS Messtechnik GmbH & Co. KG, Niedernhall: F: 53.7

HOFFMANN GmbH, Qualitätswerkzeuge, München: F: 106.1, 108.1, 110.1+2

Hommelwerke GmbH, VS- Schwenningen: F: 125.3

Lutz Langanke, Hannover: F: 29.3, 197, 200.1, 202.1, 209.2+3, 211.4

Maschinenbau- und Metall- Berufsgenossenschaft (MMBG), Düsseldorf: F: 211.5, 212.1

Messer- Griesheim Schweißtechnik GmbH + Co., Groß- Umstadt: F: 165

Mitutoyo Messgeräte GmbH, Neuss: F: 123.4

REMS-WERK GmbH & Co. KG, Waiblingen: F: 108.2

Rothenberger GmbH, Kelkheim: F: 64.3

Ludwig Schmitz GmbH & Co. KG, Haan: F: 169.4

Schüco International KG, Bielefeld: F: 47.5

Sichel-Werke GmbH, Hannover: F: 169

Günter Sokele, Esslingen: F: 186.3+4

Günther Tiedt, Wunstorf: F: 28.1, 30, 38.3, 67.1, 46.2, 124.2

Westermann-Archiv, Braunschweig: F: 21.2 (oben), 23

Yale Industrial Products GmbH, Velbert: F: 142, 143