



# Fachkunde Elektro

Name: LÖSUNG

Schuljahr 2023/24

# 1 Arbeits- und Unfallschutz

Jährlich passieren viele vermeidbare Arbeitsunfälle. Die häufigsten Ursachen dafür sind, Unaufmerksamkeit, Nachlässigkeit, unkorrekte Arbeitskleidung sowie mangelnde Schutzvorrichtungen bei Maschinen.

In der Werkstätte gelten daher folgende Regeln:

- Sicherheit hat immer Vorrang!
- Halte deinen Arbeitsplatz und die Werkstätte sauber. Ordnung ist Sicherheit!
- Stecke deine Hände nicht in die Hosentasche!
- In der Werkstätte ist laufen verboten!
- Bediene keine Maschinen, die nicht erklärt worden sind oder denen du nicht zugewiesen wurdest!
- Achte auf die richtige Handhabung der Werkzeuge!
- Lege dein Werkzeug nur in den dafür vorgesehenen Werkzeugkästen und Werkzeugladen ab!
- Beachte notwendige Schutzmaßnahmen wie Augenschutz oder Kopfschutz!
- Arbeite nur auf deinem zugewiesenen Arbeitsplatz!
- Melde dich beim Verlassen deines Arbeitsplatzes von deinem Lehrer ab!
- Die Ärmel von Arbeitsmantel oder -jacke sollen an den Armen eng anliegen, um die Fanggefahr bei Maschinen zu vermeiden!
- Trage festes Schuhwerk!
- Wegen der Fanggefahr sollten Schüler und Schülerinnen mit langen Haaren ein Haarnetz tragen!

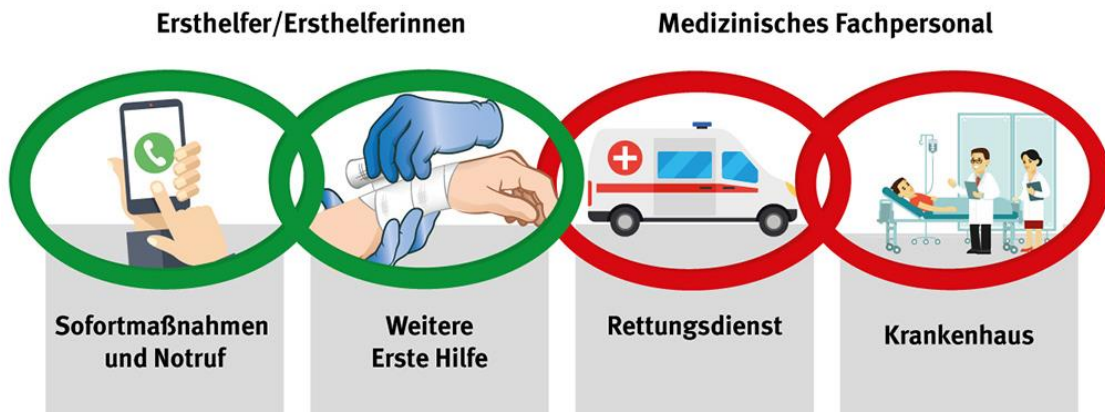
Unterschrift: \_\_\_\_\_

**Diese Regeln sind zu jeder Zeit in der Werkstätte einzuhalten.**

## 1.1 Unfälle

Bei Unfällen ist es wichtig und gesetzlich vorgeschrieben Erste Hilfe zu leisten. Daher ist es wichtig die Maßnahmen bei verschiedenen Situationen zu kennen. Eine gut funktionierende **Rettenungskette** kann Leben retten.

## 1.2 Rettungskette



### 1.2.1 Sofortmaßnahmen

- Selbstschutz vor Fremdschutz
- Die Gefahrenzone absichern und Verletzte bergen bzw. aus der Gefahrenzone bringen.
- Bei Bewusstlosigkeit: stabile Seitenlage
- Bei Atem-Kreislauf-Stillstand: Herzdruckmassage und Beatmung
- Blutungen sollten gestillt werden

### 1.2.2 Notruf

Ein Notruf sollte nur die nötigsten Informationen enthalten. Der Notrufmitarbeiter wird dir folgende Fragen stellen. Wenn du nicht weißt was du tun kannst um dem Verletzten zu helfen, gibt dir der Mitarbeiter Anweisungen.

- Wo ist der Notfall?
- Was ist passiert?
- Wer ist betroffen? Wie viele Menschen sind verletzt?
- Wer ruft an?

### 1.2.3 Erste Hilfe

Jeder ist gesetzlich verpflichtet Erste Hilfe zu leisten. Folgende Aufgaben zählen zur Ersten Hilfe.

Blutungen stillen

Herzdruckmassage

Stabile Seitenlage

Beatmung

Freimachen der Atemwege

Weiters sollten folgende Aufgaben erfüllt werden:

- Dem Verletzten gut zu sprechen, wenn nötig auch trösten
- Verletzte niemals alleine lassen ohne vorher zu informieren
- Wunden versorgen und kontrollieren (Nachblutung)
- Schmerzen durch sachgerechte Lagerung lindern
- Falsches Handeln Dritter verhindern

### 1.3 Stromunfälle

Auch bei Elektrounfällen beginnt die Erste Hilfe mit der Absicherung der Unfallstelle.

- Unfallstelle kennzeichnen
- Unbeteiligte warnen
- Strom abschalten und gegebenenfalls erden
- Verunfallte Person aus dem unterbrochenen Stromkreis bergen

**Wichtig bei Stromunfällen ist Selbstschutz vor Fremdschutz!**

#### 1.3.1 Unfälle an Niederspannungsanlagen

Vor dem Bergen der verunglückten Person ist unbedingt der Stromkreis zu unterbrechen.

- Ziehen des Steckers
- Entfernen der Schraubsicherung
- Abschalten des FI oder der Leitungsschutzschalter

## Fachkunde

Sollte dies nicht möglich sein, muss ein isolierendes Hilfsmittel benützt werden.

- Kunststoffteile
- Kunststofffolie
- Trockenes Holz
- Trockene Kleidung

**Die Verunfallte Person muss unverzüglich aus dem Stromkreis geborgen werden.**

### 1.3.2 Unfälle an Hochspannungsanlagen

Sollte sich bei einer Freileitung ein Unfall ereignen ist unbedingt der Schutzabstand einzuhalten.

Die Gefahr eines Stromschlages besteht auch bei einer zu großen Annäherung, dies kann bereits zum Stromübertritt führen.

Nennspannungen	max. Annäherung
bis 1000 V	1 m
bis 110 kV	2 m
bis 220 kV	3 m
bis 380 kV	4 m
unbekannt	4 m

## 1.4 Unfallschutz

### 1.4.1 Die 5 Sicherheitsregeln

Beim Arbeiten mit elektrischen Strom sind folgende Sicherheitsregeln zum Schutz immer einzuhalten.

- Freischalten
- Gegen Wiedereinschalten sichern
- Spannungsfreiheit feststellen
- Erden und Kurzschließen

## Fachkunde

- Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.

### 1.4.2 Prüfzeichen

Prüfzeichen bestätigen die Überprüfung der elektrischen Sicherheit eines Gerätes. In Österreich sieht das OVE (Österreichischer Verband der Elektrotechnik) 3 Stufen für den Elektroschutz vor.

#### Basisschutz:

Dabei werden spannungsführende Geräteteile durch eine Isolierung versehen um eine direkte Berührung zu verhindern

#### Fehlerschutz:

Versagt der Basisschutz, soll der Fehlerschutz gegen Stromunfälle absichern. Dieser wird entweder durch einen FI-Schalter oder eine Nullung gewährleistet. (Rückleitung von Fehlerströme zum Transformator)

#### Zusatzschutz:

Vor allem in nassen Räumen ist ein Zusatzschutz vorgesehen und soll Verletzungen durch Bedienungsfehler verhindern. Hier sind hochempfindliche FI-Schalter (30 mA) vorgesehen.

### 1.4.3 Schutzklassen laut OVE

Schutzklassen dienen in der Elektrotechnik der Einteilung und Kennzeichnung von elektrischen Betriebsmitteln in Bezug auf die vorhandenen Sicherheitsmaßnahmen zur Verhinderung eines elektr. Schlages. Definitionsgemäß gibt es Schutzklasse I, Schutzklasse II und Schutzklasse III.

Schutzklasse I/ Schutzleiter

Gerät mit Schutzkontakt Stecker (mit PE Anschluss) Berührt ein spannungsführender Leiter fehlerhafterweise das mit dem Schutzleiter verbundene Gehäuse, entsteht ein Körperschluss. Die Schutzleiterverbindung des Gehäuses ist so bemessen, dass keine dauerhaft gefährliche Berührungsspannung am Gehäuse ansteht und der Leitungsschutzschalter, die Sicherung oder ein Fehlerstrom-Schutzschalter in kurzer Zeit auslöst und den Stromkreis spannungsfrei schaltet. z.B. Waschmaschine



Schutzklasse II/ Schutz durch verstärkte Isolierung

Gerät ist isoliert (ohne PE Anschluss- Gerät mit Flach/Konturenstecker) Zum Anschluss beweglicher Geräte der Schutzklasse II werden meist Stecker verwendet, die über keinen Anschluss für den Schutzleiter und keinen Schutzleiter verfügen. Bei einem großen Betriebsstrom werden in Österreich Konturenstecker verwendet. Bei kleinen Strömen bis zu 2,5 A werden in Europa Eurostecker verwendet. z.B. Radio, Bohrmaschine, Küchengeräte













Schutzklasse III/ Schutz durch Kleinspannung

Gerät mit Kleinspannung (unter 50V) – Geräte mit Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung haben eine verstärkte oder doppelte Isolierung zwischen dem Netzanschluss und den Kleinspannung führenden Teilen – die Kleinspannungskreise oder Gehäuse dürfen jedoch geerdet sein. Geräte der Schutzklasse III haben eigene Stecker, z.B. Kinderspielzeug



## 1.5 Rettungszeichen




viereckiges Schild mit weißem Symbol auf grünem Grund

	Rettungsweg/ Notausgang		Sammelstelle
	Augenspüleinrichtung		Arzt
	Notdusche		Erste Hilfe
	Automatisierter Exter- ner Defibrillator		Notruftelefon
	Krankentrage		Richtungsangabe für Erste Hilfe, Notaus- gänge und Rettungs- wege



1.6 Gebotszeichen

weißes Symbol auf blauem Grund

	Atemschutz benutzen		Fußschutz/Sicherheitsschuhe benutzen
	Augenschutz benützen		Vor Arbeiten freischaalten
	Gehörschutz benutzen		allgemeines Gebotszeichen
	Kopfschutz benutzen		Netzstecker ziehen
	Handschutz benutzen		Hände waschen

1.7 Verbotsschilder

rundes Schild mit rotem Rand und schrägem Balken

	Allgemeines Verbot		Feuer, offene Zündquellen und Rauchen verboten
	Für Fußgänger verboten		Kein Trinkwasser
	Mit Wasser löschen verboten		Schalten verboten
	Berühren verboten		Handschuhe verboten
	Für Flurförderfahrzeuge verboten		Verbot für Personen mit Herzschrittmacher

## 1.8 Warnzeichen

gelbes Dreieck mit schwarzem Rand

	allgemeines Gefahrenzeichen		Warnung vor explosionsgefährlichen Stoffen
	Warnung vor radioaktiven Stoffen oder ionisierender Strahlung		Warnung vor Laserstrahl
	Warnung vor feuergefährlichen Stoffen		Warnung vor giftigen Stoffen
	Warnung vor Hochspannung		Warnung vor magnetischem Feld
	Warnung vor Ätzenden Stoffen		Warnung vor Absturzgefahr

## 1.9 Textschilder

eckiges Schild mit gelb-schwarzem Rand



## 2 Löten

Wir unterscheiden zwischen lösbaren (Schrauben, Keilen, Stiften) und unlösba-  
ren Verbindungen (Schweißen, Nieten, Kleben, Löten).

Bei den lösbaren Verbindungsarten kann das für die Verbindung verwendete  
Bauteil wiederverwendet werden, unlösbare Verbindungen sind nur durch Zer-  
stören der Verbindung wieder rückgängig zu machen.

Löten ist ein stoffschlüssiges Fügen und Benetzen von Werkstoffen mithilfe eines  
geschmolzenen Zusatzwerkstoffes. Dieser Zusatzwerkstoff wird Lot genannt.  
Das Löten gehört zu den unlösbaren Verbindungen.



### 2.1 Weichlöten

- Hier liegt die Arbeitstemperatur unter 450° C.
- ein Flussmittel muss dabei verwendet werden.
- Die Bauteile dürfen nicht sehr belastet werden.

### 2.2 Hartlöten

- Die Arbeitstemperatur liegt zwischen 450° C und 900° C
- Auch hier muss ein Flussmittel verwendet werden.
- Hartlöten erfolgt unter Schutzgas oder Vakuum.

## 2.3 Hochtemperaturlöten

- Erfolgt unter Schutzgas oder im Vakuum.
- Die Arbeitstemperatur liegt über 900° C.

## 2.4 Lote

Lote sind legierte Zusatzwerkstoffe, deren Schmelzpunkt unter jenen der zu verbindenden Materialien liegt.

Lote werden in Stangen, Fäden, Drähten, Bändern und als Pulver hergestellt.

Weichlote für Schwermetalle sind in Gruppen eingeteilt.

- Zinn – Blei
- Zinn – Blei – Kupfer
- Zinn – Blei – Silber

Hartlote für Schwermetalle werden nach ihrer Zusammensetzung wie folgt eingeteilt.

- Kupferlote
- Silberhaltige Hartlote
- Phosphorhaltige Hartlote

## 2.5 Flussmittel

Flussmittel haben die Aufgabe, Oxide zu lösen und eine weitere Oxidation zu verhindern. Weiters sollen sie die Oberflächenspannung des flüssigen Lotes herabsetzen. Beim Hartlöten sollen sie ein gleichmäßiges Ausbreiten des Lotes gewährleisten.

Bei Flussmitteln zum Weichlöten unterscheidet man zwischen säurehaltigen und säurefreien Flussmitteln.

## 2.6 Richtig gemacht

- Die Lötstelle muss sauber sein. Die Lötung ist zügig durchzuführen.
- Achte auf eine saubere Lötspitze. Verunreinigte Lötspitzen werden mit einem feuchten Schwamm gereinigt.
- Der Grundstoff muss mit dem Lot eine Verbindung eingehen können.
- Die Werkstücke und das Lot müssen auf die entsprechende Temperatur erwärmt werden, wobei die Arbeitstemperatur des Lotes die niedrigste Oberflächentemperatur des Werkstückes ist.
- Die vorverzinnte Lötspitze wird so auf die Lötstelle gehalten, dass beide Teile zugleich erwärmt werden.
- Das Lot muss in Ruhe erstarren können.
- Zur Lösung von Oxiden und zur Verhinderung weiterer Oxidation sollen Flussmittel verwendet werden. Vor dem Löten sollen die Lötstellen mit dem Flussmittel bestrichen werden. Das Flussmittel kann aber auch schon im Lot enthalten sein.

## 2.7 Fehler beim Lötvorgang

Eine korrekte Lötstelle erkennt man an einer silbrig glänzenden Oberfläche ohne „Lötzinnklumpen“. Zwischen Lötzinn und Fügepartner besteht eine stoffschlüssige Verbindung. Ist die Oberfläche matt, ev. mit Einschlüssen, spricht man auch von einer „kalten“ Lötstelle. Hier besteht keine stoffschlüssige Verbindung und die Lötstelle bricht bei geringer mechanischer Belastung.

## 3 Schweißen

Schweißen ist ein stoffschlüssiges Verbinden von Werkstoffen und gehört somit zu den nicht lösbaren Verbindungen.

### 3.1 Schmelzschweißen

Unter Schmelzschweißen versteht man ein örtlich begrenztes Schmelzen des Werkstoffes mit oder ohne Zusatzwerkstoff. (Werkstoff, aus dem der Schweißdraht bzw. die Elektroden bestehen)

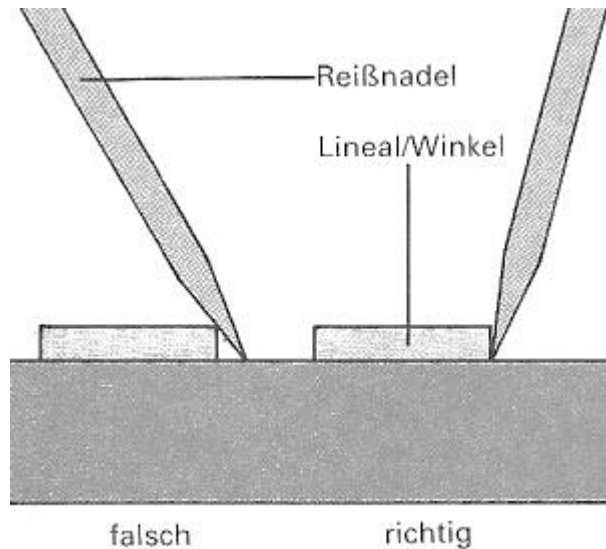
### 3.2 Pressschweißen

Beim Pressschweißen findet eine örtlich begrenzte Erwärmung statt. Die Vereinigung erfolgt unter hohem Druck. Angewandt wird das Pressschweißen im Karosseriebau und beim maschinellen Schweißen.

## 4 Anreißen

Das Anreißen ist ein Anzeichnen von Bearbeitungslinien auf dem Werkstück gemäß Werkzeichnung.

- Man unterscheidet dabei zwischen dem Anreißen mit einer Bezugskante und dem Anreißen mit zwei Bezugskanten.
- Zuerst sollte die Anreißlinie ausgemessen werden. Dies geschieht von der Maßbezugsebene aus.
- Danach ist das Lineal, der Anschlagwinkel oder der Messstreifen anzulegen. Achte darauf, die Reißnadel vom Lineal, vom Anschlagwinkel oder vom Messstreifen leicht abzuneigen (ca. 15° von der Senkrechten in Beugungsrichtung).
- Nun zieh die Anreißlinie, ohne dass das Lineal, der Anschlagwinkel oder der Messstreifen verrutscht.



Diese Punkte sollten, beim Anreißen beachtet werden.

- Die Werkstückoberfläche muss sauber und unbeschädigt sein.
- Die Maße müssen genau übertragen werden.
- Die Anreißlinien müssen sichtbar sein.
- Die Risslinien müssen gut sichtbar sein.
- Es dürfen keine Doppellinien entstehen.

### 4.1 Anreißnadeln

Reißnadeln bestehen meistens aus Stahl oder Messing. Mit der gehärteten schlanken Spitze der Anreißnadel werden die Linien angerissen. Für weiche



## Fachkunde

Werkstoffe wie Aluminium und Zinkbleche verwendet man anstatt der herkömmlichen Anreißnadel einen Grafitstift.

Es gibt verschiedene Arten von Anreißnadeln

Anreißnadel, gerade: hat einen sechskantigen Griff, die Spitze ist aus Chrom-Vanadium-Stahl



Reißnadel, gebogen: hat eine gebogene und eine gerade Spitze. Der Griff ist randiert.



Hartmetallreißnadel: hat eine gerade, fest eingesetzte Hartmetallspitze.

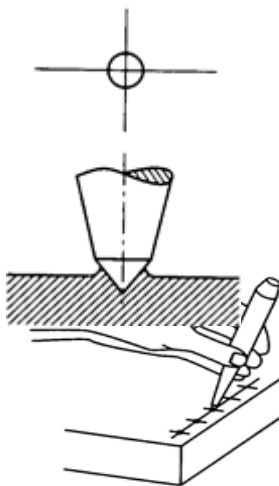


Taschenreißnadel mit Fallmechanik: der Schaft ist aus Kunststoff und hat die Form eines Kugelschreibers. Die ein- und ausfahrende Nadel wird durch ein Klemmfutter fixiert und ist in der Länge einstellbar.



## 4.2 Körner

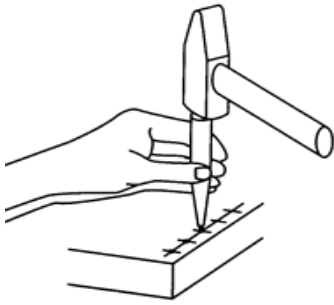
Mit dem Körner kennzeichnet man Lochmitten und Anreißlinien.



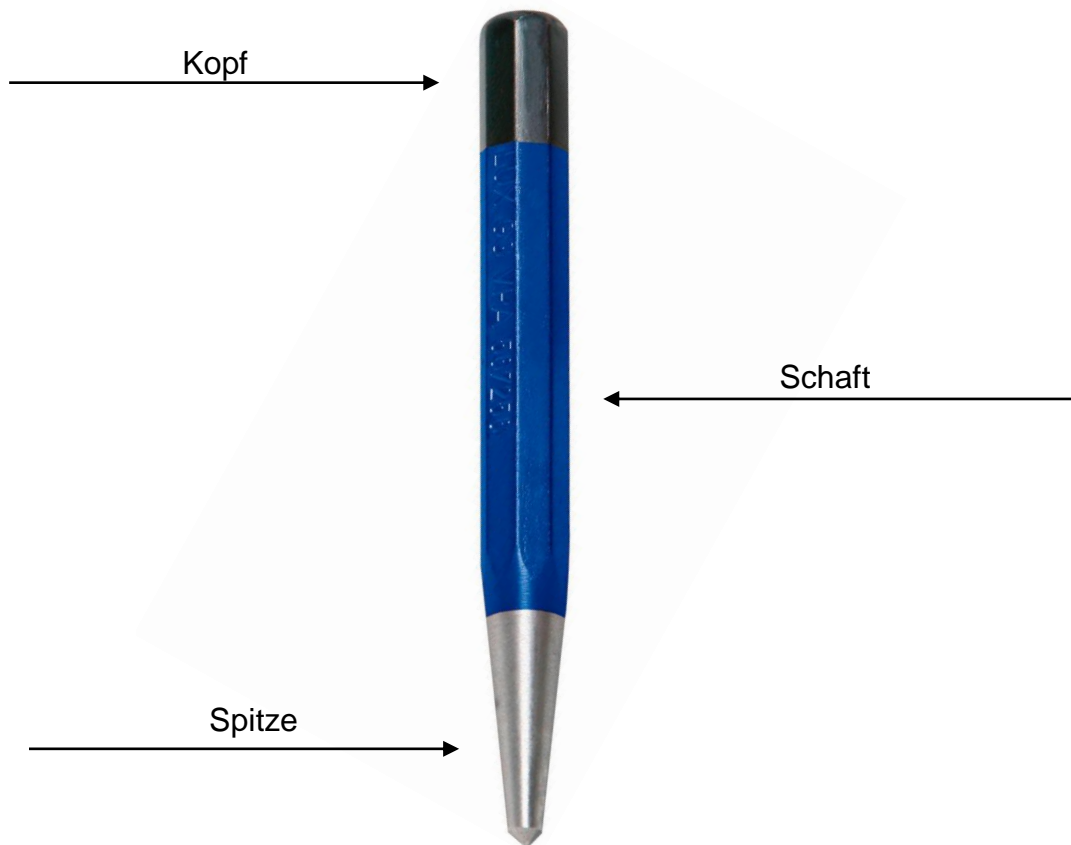
- Prüfe zunächst die Kegelspitze (ob diese zentrisch und spitz ist).
- Bohrlochmittelpunkte müssen kräftig angekört werden, damit der Bohrer eine gute Führung hat.
- Halte den Körner beim Aufsetzen auf den zu körnenden Punkt leicht schräg vom Körper weg, um das Aufsetzen auf die Ansatzstelle besser beobachten zu können.

## Fachkunde

- Danach den Körner aufrichten und dabei darauf achten, dass die Spitze am Werkstück bleibt.
- Zuletzt treibe den Körner mit einem gezielten – und vor allem auf den Werkstoff abgestimmten – Hammerschlag in die Werkstückoberfläche hinein.



Benenne die Bestandteile eines Körners



## 4.3 Spitzzirkel

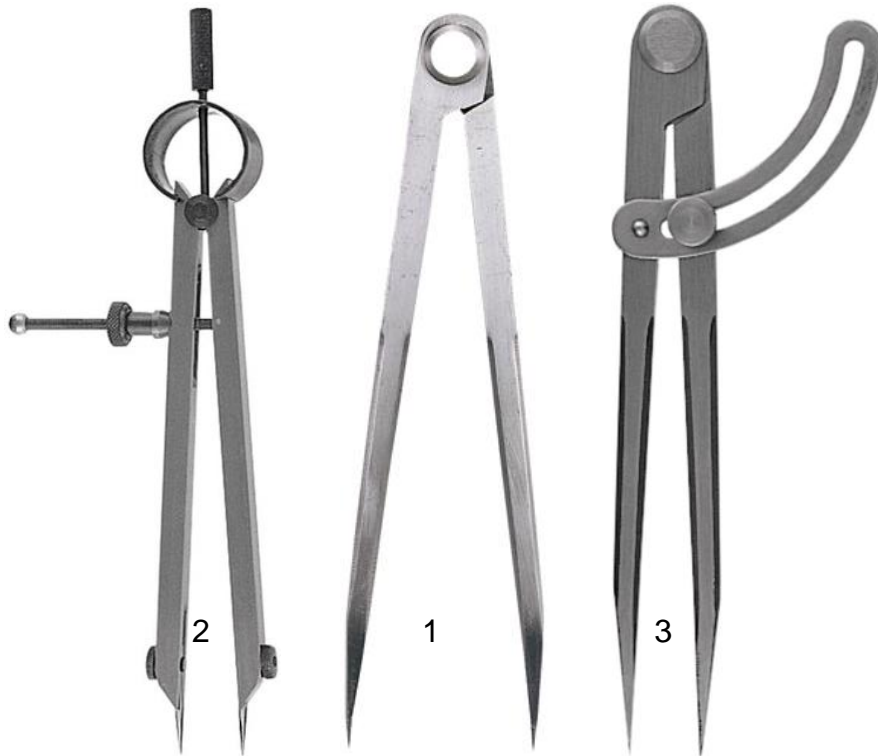
Spitzzirkel werden vorwiegend zum Anreißen von Kreisen verwendet. Weiters werden mit ihnen auch Maße übertragen. Sie werden meist aus Stahl gefertigt und ihre Spitzen sind gehärtet.

Spitzzirkel gibt es in verschiedenen Ausführungen.

Spitzzirkel (1) mit Nietscharnier

Präzisions-Federspitzzirkel (2) mit Verstellmutter

Bogenzirkel (3) mit Stellbogen und Klemmschraube mit durchgestecktem Gewerbe mit Nietscharnier



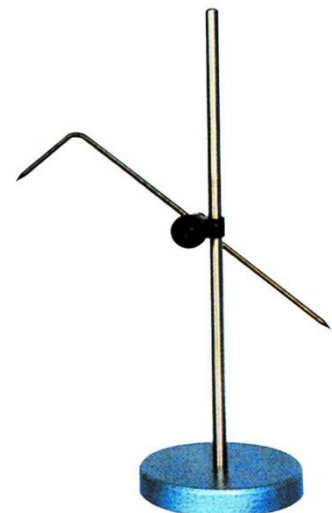
#### 4.4 Parallelreißer oder Reißstock

Parallelreißer dienen wie Streichmaße zum Anreißen paralleler Linien. Ihre Handhabung ist aber einfacher und ihre Genauigkeit höher.

Es werden folgende Arten von Parallelreißern unterschieden

Einfacher Parallelreißer: besteht aus einem Fuß, einer fixen Säule, einer Klemme und einer schwenkbaren Reißnadel.

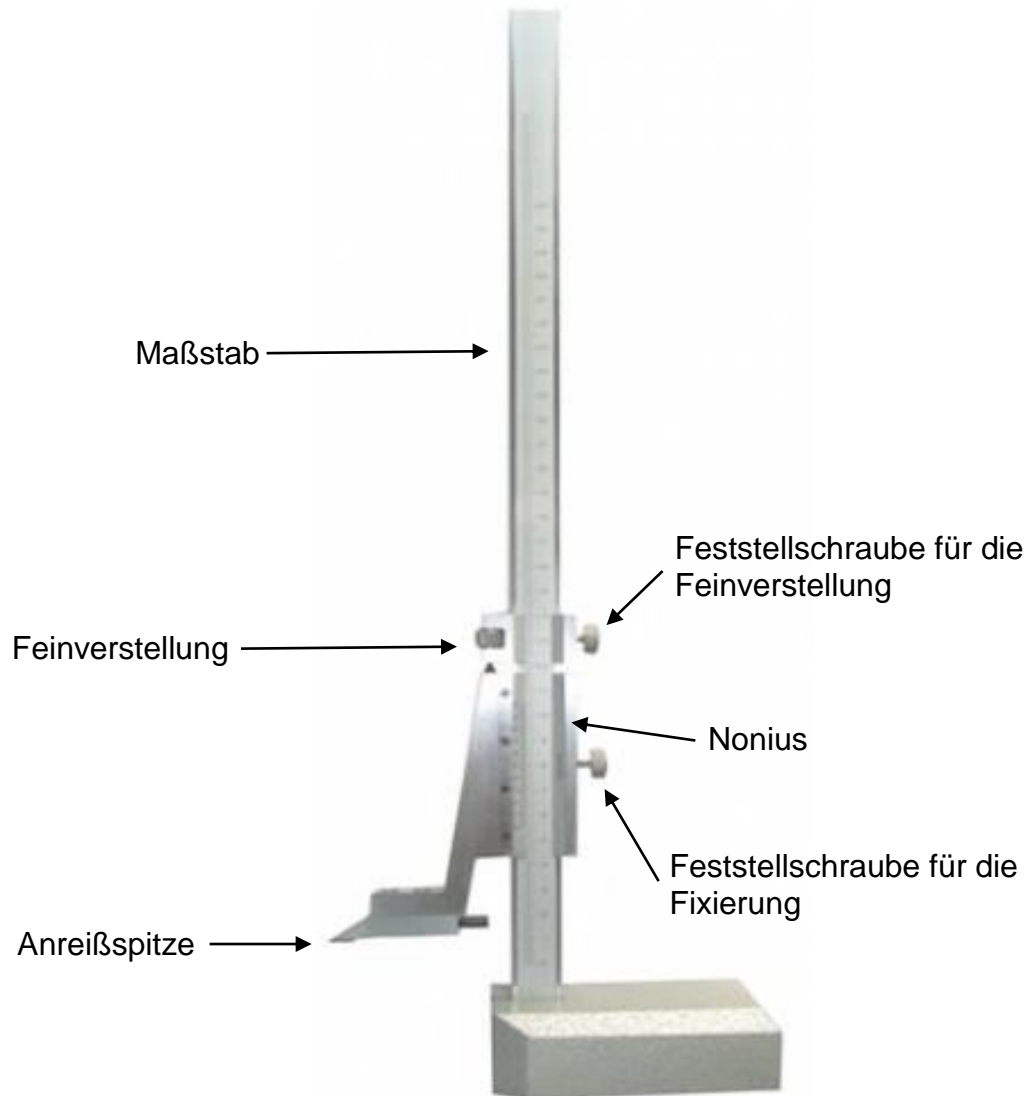
Präzisionshöhenanreißgerät: hat einen massiven Sockel mit geschliffener Standfläche. Eine Anreißmöglichkeit ist ab dem Nullwert gegeben. Durch eine Justierschraube ist eine sehr genaue Einstellung möglich; zusätzlich ist auch die Option einer Feineinstellung gegeben. Das Präzisionshöhenanreißgerät gibt es auch in einer digitalen Ausführung.



## 4.5 Höhenreißer

Benenne die Teile des Höhenreißers richtig!

- Feststellschraube für die Fixierung
- Anreißspitze
- Feinverstellung
- Nonius
- Feststellschraube für die Feinverstellung
- Maßstab



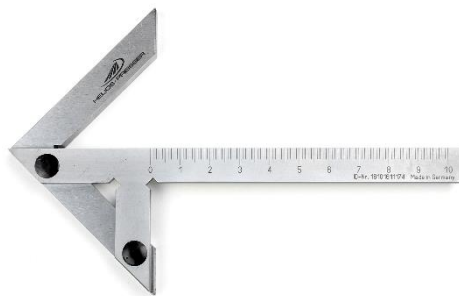
## 4.6 Stahllineal und Schlosserwinkel

Stahllineal und Schlosserwinkel sind Hilfsmittel für den allgemeinen Gebrauch. Stahllineale gibt es mit oder ohne Fase.



Schlosserwinkel werden in verschiedenen Schenkellängen hergestellt. Sie gibt es mit und ohne Anschlag.

Zentrierwinkel dienen zur Ermittlung des Mittelpunktes bei runden Werkstücken.



## 4.7 Anreißplatte

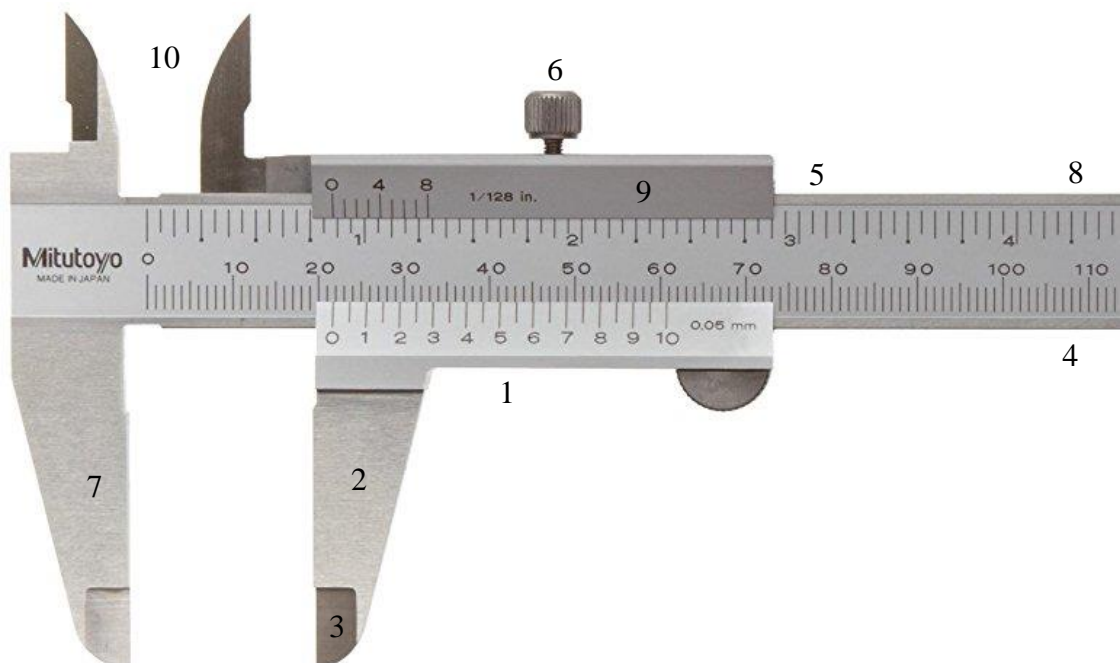
Anreißplatten sind meist aus Spezialguss hergestellt und auf einem speziellen Untergestell montiert, da die fein gehobelte Oberfläche der Platte waagrecht liegen muss.



## 5 Messen und Messgeräte

### 5.1 Messschieber (Schiebelehren)

Gute Messschieber werden aus Werkzeugstahl hergestellt und die Messflächen sind gehärtet.



Ordne die Begriffe richtig zu.

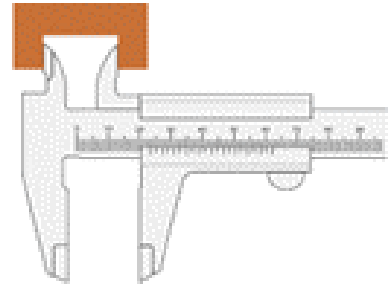
- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Nonius               | 6. Feststellschraube |
| 2. beweglicher Schenkel | 7. fester Schenkel   |
| 3. Messschneiden        | 8. Zollteilung       |
| 4. Millimeterteilung    | 9. Schieber          |
| 5. Lineal               | 10. Messspitzen      |

Je nach Nonius weisen Messschieber verschiedene Ablesegenauigkeit auf. Dabei unterscheidet man zwischen Zehner-, Zwanziger- und Fünziger-Nonius.

Allgemein gilt, je höher der Nonius, desto genauer das Messergebnis.

Messschieber sind leicht in der Handhabung und bieten drei Messmöglichkeiten.

Zur Bestimmung des **Innenmaßes** klemmt man die beiden hinteren Stege des Messschiebers in den Hohlraum.



Zur Bestimmung des **Außenmaßes** klemmt man einen Körper zwischen die zwei Zangen des Messschiebers.

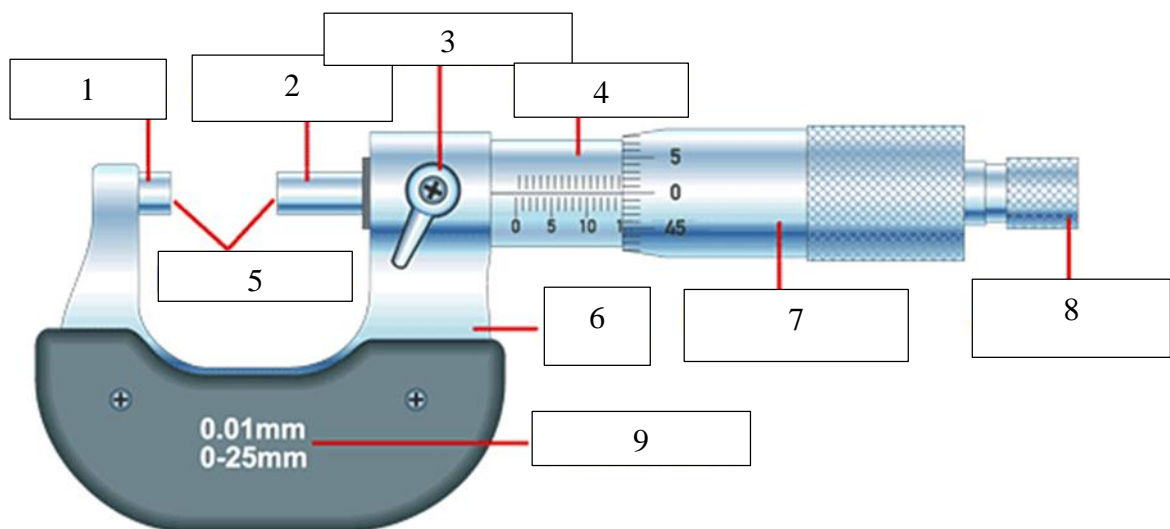


Zur Bestimmung des **Tiefenmaßes** schiebt man den dünnen Stift des Messschiebers in den Hohlraum bis zum Anschlag



## 5.2 Messschraube

Analoge Messschrauben haben eine Ablesegenauigkeit von 0,01 mm, digitale sogar bis zu 0,001 mm. Messschrauben sind Präzisionsmessgeräte, daher ist es nötig, den Messdruck zu begrenzen. Dies wird durch die Verwendung einer Rutschkupplung (Ratsche) erreicht.



- |                |                           |
|----------------|---------------------------|
| 1. Amboß       | 6. Bügel                  |
| 2. Messspindel | 7. Messtrommel            |
| 3. Klemmbügel  | 8. Rutschkupplung/Ratsche |
| 4. Messhülse   | 9. Messbereich            |
| 5. Messflächen |                           |



### 5.3 Messuhren

Messuhren sind Längenmessgeräte und dienen zur Prüfung von Wellen auf Rundlauf und zur Prüfung der Ebenheit und Parallelität von Flächen. Der große Zeiger ist dabei für die 1/100 mm Ablesung, der Nebenzeiger für die 1 mm Ablesung vorgesehen. Messuhren gibt es auch in digitaler Ausführung. Messuhren werden bei der Messung in einen Ständer eingespannt und mithilfe von Endmaßen eingestellt.



### 5.4 Maßstäbe

Sie dienen zur Längenmessung und sind aus Stahl, Holz oder Aluminium gefertigt. Präzisionsmaßstäbe gibt es in mehreren Ausführungen. Sie können jeweils eine mm – Teilung an Ober – und Unterkante aufweisen.



### 5.5 Rollmaßband und Holzzollstock

Diese sind Längenmessgeräte. Rollmaßbänder haben eine Länge von 3 m bis 5 m. Zollstöcke sind ausklappbar.



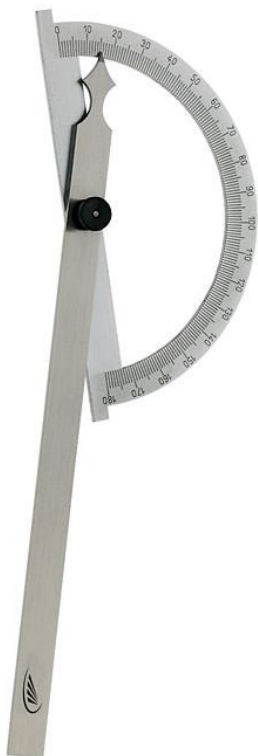
5.6 Formlehren



Radenlehre



Gewindelehre



Universalwinkelmesser



Haarwinkel

## 6 Toleranzen

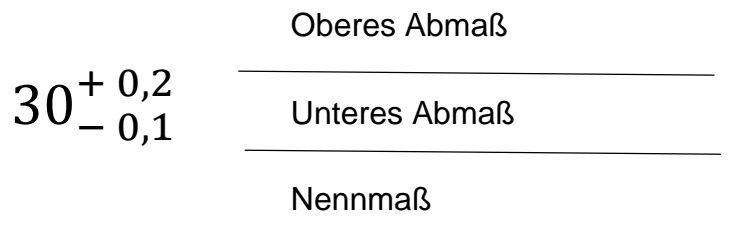
Damit Teile unabhängig vom Hersteller ohne Probleme zusammengeführt werden können, sind Toleranzen notwendig.

Die Höhe der Toleranz (T) wird durch die zulässigen Abweichungen, das sind das Höchstmaß ( $G_o$ ) und das Mindestmaß ( $G_u$ ), festgelegt. Das Istmaß I (tatsächliches Maß) des Werkstückes muss dazwischen liegen. Dann ist die reibungslose Funktion gewährleistet. Wenn jedoch ein Werkstück gefertigt wird, müssen die Nennmaß (N) samt den Toleranzen bekannt sein.

Beispiel:

Eine Vorgabe für ein Werkstück lautet:  $30^{+0,2}_{-0,1}$

Das Bedeutet:



Nennmaß	30 mm
Oberes Abmaß $A_o$	+ 0,2 mm
Unteres Abmaß $A_u$	- 0,1 mm
Höchstmaß $G_o$	30,2 mm
Mindestmaß $G_u$	29,9 mm
Mögliches Istmaß I	30,1 mm

Welche Istmaße liegen ebenfalls innerhalb der Toleranzen?

- 29,0 mm    
  30,3 mm    
  30,0 mm    
  28,9 mm    
  29,8 mm

## Fachkunde

Daraus ergibt sich die Maßtoleranz nach folgender Gleichung:

$$T = G_o - G_u$$

Toleranz = Höchstmaß – Mindestmaß

### 6.1 Allgemeintoleranzen

Diese sind so festgelegt, dass sie in der Fertigung problemlos eingehalten werden können. Die Allgemeintoleranzen teilt man laut ÖNORM ISO 2768 T1 in vier Toleranzklassen ein.

f fein

c grob

m mittel


v sehr grob

Toleranz- klassen	Grenzabnahme in mm für Nennmaßbereich in mm					
	0,5 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000
fein	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3
mittel	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
grob	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,4	± 2
sehr grob	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	

## 7 Messgeräte für Elektriker

### 7.1 Voltmeter:


Das Voltmeter muss zum Verbraucher **parallel geschaltet** werden. Bei der Messung mit einem Voltmeter muss die Spannungsquelle eingeschaltet sein.

Schaltzeichen: 



### 7.2 Amperemeter:


Das Amperemeter muss zum Verbraucher **in Reihe geschaltet** werden. Bei der Messung mit einem Amperemeter muss die Spannungsquelle eingeschaltet sein

Schaltzeichen: 



### 7.3 Ohmmeter:

Das Ohmmeter muss zum Verbraucher **parallel geschaltet** werden. Bei der Messung mit einem Ohmmeter muss die Spannungsquelle ausgeschaltet sein

Schaltzeichen: 

### 7.4 Multimeter:

Üblicherweise werden heute digitale Multimeter (Vielfachmessgeräte) verwendet, da diese ein übersichtliches Display und ein benutzerfreundliches Bedienfeld haben und durch höhere Messgenauigkeit, gegenüber analogen Messgeräten, überzeugen. Gute Multimeter kombinieren ein Voltmeter, ein Amperemeter und ein Ohmmeter in sich, außerdem kann man mit ihnen eine Durchgangsprüfung und einen Diodentest durchführen.

Beschrifte das Multimeter



Gleichspannung ⚡ Gleichstrom ⚡ Wechselspannung ⚡ Wechselstrom ⚡ Dioden-, Durchgangsprüfung ⚡ Ohmmeter ⚡ Anschluss Voltmeter und Ohmmeter (+) ⚡ Anschluss Ampere-meter (+) ⚡ Masseanschluss (-) ⚡ Messbereich

## 7.5 Durchgangsprüfer/Prüfsummer

Diese werden zur Prüfung von elektrischen Geräten und Anlagen, Fernsprengeräten und Fernmeldeanlagen, Mess- und Regelanlagen sowie elektrischen Stromkreisen verwendet. Der klassische Durchgangsprüfer hat eine akustische und eine optische Durchgangsprüfung.

Prüfsummer geben nur ein akustisches Signal, wenn Kontakt besteht.

## 7.6 Phasenprüfer

Zur Messung wird die Spitze des Phasenprüfers an einen Kontakt gehalten. Leitet der Kontakt Strom, leuchtet ein Lämpchen.

## 7.7 Zweipoliger Spannungs- und Durchgangsprüfer

Er wird zur Prüfung des Durchganges an elektrischen Verdrahtungen, Leitungen und Bauteilen verwendet.



## 7.8 Stromzangen

Dienen zur Strommessung im Gleich- und Wechselstrombereich. Sie werden bei Wartungs- und Inspektionsarbeiten verwendet. Es gibt je nach Einsatzbereich verschiedene Stromzangen, wie z.B. Leckstromzangen oder Leistungsstromzangen. Die digitalen Zangenmessgeräte besitzen zudem die Möglichkeit der Messung vieler Parameter, wie z.B. Kapazität, Leistung, Widerstand und Durchgangsprüfung.



## 7.9 Oszilloskop

Das ist ein Messgerät zur optischen Darstellung von einer oder mehreren Spannungen, deren zeitlicher Verlauf im zweidimensionalen Koordinatensystem auf dem Bildschirm als Verlaufsgraphen dargestellt wird. Dabei bildet



## Fachkunde

die horizontale X-Achse die Zeitachse und die anzuzeigenden Spannungen werden auf der vertikalen Y-Achse abgebildet. So entsteht ein Bild, das Oszillogramm genannt wird. Es gibt analoge und digitale Oszilloskope, wobei bei analogen Geräten ausschließlich Kathodenstrahlröhren zur Anzeige benutzt werden. Man unterscheidet zudem zwischen Einkanal- und Zweikanaloszilloskopen und nach Baugröße zwischen Handoszilloskopen und Tischooszilloskopen.

### 7.10 Steckdosentester

Mit ihm kann man testen, ob die Schutzkontaktsteckdose richtig angeschlossen ist. Mithilfe der Kontrollleuchtdioden können fehlende Schutzleiter oder Vertauschungen von Phase und Schutzleitern schnell erkannt werden. Steckdosentester gibt es sowohl für 230 V als auch für 400 V. Letztere erkennt auch die Drehfeldrichtung.












## 8 Werkzeuge der Elektroinstallation

### 8.1 Zangen

Zangen für Elektriker sollten mit einer schlag- und verformungsfesten Isolierung versehen sein. Wenn Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen vorgenommen werden, müssen sie nach VDE-Vorschrift (Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik) hergestellt, geprüft und bis 1000 V zugelassen sein.

	
Kombinationszange	Flachzange
	
Spitzzange	Rundzange
	
Seitenschneider	Crimpzange
	
Adernendhülsenzange	
Es wird nach der Form der Endhülsen nach der Pressung unterschieden: Quadrat, Rechteck, V-Form, Sechseck, Trapez	

## 8.2 Abisolierwerkzeug

	
Abisolierzange	Selbsteinstellende Abisolierzange
	
Abisolierwerkzeug Multi-Stripper	Rundkabel-Entmanteler
	
Kabelmesser	Abmantelmesser
	
Abmantelmesser	Kabelmesser

## 8.3 Weitere Werkzeuge für den Elektriker

**Einziehspiralen:** werden zum Einziehen von Leitungen in fertig installierte Leerrohrsysteme verwendet.

**Spachtel:** verwendet man zum Eingipsen von Dosen in das Mauerwerk

**Gipsmulde:** diese elastische Schale wird zum Anrühren des Elektrikergips verwendet, der in Minuten aushärtet.



## 9 Elektrische Leitungen

Elektrische Leiter benötigt man, um die elektrische Energie zuverlässig und gefahrlos vom Erzeuger zum Verbraucher zu transportieren. Je nach Anwendung und Belastung, wie Druck, Zug, Wärme und Feuchtigkeit, müssen die Leitungen bestimmte Eigenschaften aufweisen und den ÖVE-Bestimmungen entsprechen.

Je nach Stromdichte ist ein bestimmter Leitungsquerschnitt vorgeschrieben, da sich elektrische Leitungen nicht über 60°C erwärmen dürfen. Ausnahmen bilden hier papierisolierte Kabel, die eine maximale Leitertemperatur von 60°C - 80°C haben können, sowie Kunststoffkabel wie PVC-Kabel (max. 70°C) und VPE-Kabel mit einer Leitertemperatur von höchstens 90°C.

### 9.1 Leitungsbezeichnungen

Die Leitungen haben in der Installationstechnik verschiedene Farben. Die Bezeichnungen, Kurzzeichen, Farben, Abkürzungen und Funktionen der Leitungen entnehmen wir aus der Tabelle.

Bezeichnung	Kurzzeichen	Farbe	Abkürzung	Funktion
Außenleiter (Phasenleiter)	L	Schwarz	sw	spannungführender Leiter
	L	Braun	br	
Neutralleiter	N	Blau	bl	Rückleitung, geerdet
Schutzleiter	PE	Grün/Gelb	gnge	Erdung
Schalterdraht, Lampendraht		Weiß	ws	Leitungen zwischen Schaltern oder Lei- tungen vom Schalter zum Verbraucher
		Orange	or	
		Lila	li	
		Grau	gr	
		Grün	gn	
		Gelb	ge	

Für Schalterdraht und Lampendraht darf man alle Farben verwenden außer Schwarz, Braun, Blau, Grün-Gelb und Rot.

## Fachkunde

Generell unterscheidet man Leitungen und Kabel für feste Verlegung, für ortsveränderliche Geräte, sowie solche für die Energietechnik. Dabei gibt es auch Kabel mit einem besonderen Schutz für die Verlegung in Erde und Wasser.

Jedes Kabel und jede Leitung muss den zu erwartenden Beanspruchungen durch Wärme, Druck, chemische Einwirkung, Feuchtigkeit, elektrische Spannung usw. gewachsen sein. Unter einheitlichen Prüfbedingungen werden diese Kabel in verschiedenen Ländern getestet und zugelassen. Sie erhalten länderübergreifend eine einheitliche Bezeichnung, den sogenannten Code. Man spricht daher auch von harmonisierten Leitungen.

		H	05	R	R	-	F	3	G	2,5
<b>Kennzeichnung der Bestimmung</b>										
harmonisierte Bestimmung	H									
anerkannter nationaler Typ	A									
<b>Nennspannung <math>U_c/U</math></b>										
300/300 V	03									
300/500 V	05									
450/750 V	07									
<b>Isolierwerkstoff</b>										
PVC	V									
Natur und/oder Styrol-Butacienkautschuk	R									
Silikon-Kautschuk	S									
<b>Mantelwerkstoff</b>										
PVC	V									
Natur und/oder Styrol-Butacienkautschuk	R									
Polychloroprenkautschuk	N									
Glasfasergeflecht	J									
Textilgeflecht	T									
Textilgeflecht mit flammwidriger Masse	T2									
<b>Besonderheiten im Aufbau</b>										
flache, aufteilbare Leitung	H									
flache, nicht aufteilbare Leitung	H2									
Kerneinlauf (kein Tragelement)	D5									
<b>Leiterart</b>										
eindräftig	U									
mehrdräftig	R									







feindrätig bei Leitungen für feste Verlegung	K	
feindrätig bei flexiblen Leitungen	F	
feinstdrätig bei flexiblen Leitungen	H	
Lahnlitze	Y	
<b>Aderzahl</b>		
	...	
<b>Schutzleiter</b>		
ohne Schutzleiter	X	
mit Schutzleiter	G	
<b>Nennquerschnitt des Leiters</b>		
	...	

## 9.2 Sonstiges Installationsmaterial

Dosen gibt es für die Unter-Putz-Montage (UP) und für die Auf-Putz-Montage (AP).

	
UP Abzweigdose	UP Abzweig-Schalterdose
	
UP Hohlwanddose	UP Holraumschalterdose
	
UP Wandauslassdose	UP Abzweigkasten

## Fachkunde

	
<p>UP Hohlwand-Wandleuten-Anschlussdose</p>	<p>Putzdeckel für Abzweigdosen</p>
	
<p>UP Verteilerdose</p>	<p>AP Kabelabzweigkasten</p>
	
<p>AP Feuchtraumabzweigdose</p>	<p>AP Kabelverschraubungen</p>

## 10 Schaltungsunterlagen

Schaltungsunterlagen sind Beschreibungen, Diagramme, Schaltpläne, Tabellen und Zeichnungen über elektronische Einrichtungen und Geräte. In Schaltungsunterlagen und in elektrischen Anlagen müssen Betriebsmittel deutlich und eindeutig gekennzeichnet sein.

- Schaltungsunterlagen sollen übersichtlich und verständlich sein
- Alle Leitungen werden als Volllinie ausgeführt
- Leitungen sollen nur senkrecht bzw. waagrecht verlaufen
- Leitungskreuzungen sollen vermieden werden
- Gezeichnet wird immer im ausgeschalteten Zustand
- Geräte werden in Grundstellung gezeichnet

### 10.1 Schaltpläne

Je nach Verwendung benötigt man unterschiedliche Arten von Schaltplänen

#### 10.1.1 Übersichtsschaltplan

Zeigen eine Schaltung in vereinfachter, einpoliger Darstellung. Nur wesentliche Teile der Schaltung werden abgebildet. Parallel laufende Leiter werden nicht einzeln dargestellt, sondern als eine Linie mit der Angabe der Anzahl der Leiter.

#### 10.1.2 Installationsplan

Einpolige, maßstabsgetreue Darstellung in die Grundrisszeichnung eines Gebäudes.

### 10.1.3 Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung

Allpolige, nach Stromwegen aufgelöste Darstellungen einer Schaltung. Bei dieser Darstellung ist die Schaltung detailliert gezeichnet. Sie zeigt jedoch nicht, wo die Elemente im Raum angeordnet sind.

### 10.1.4 Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung

Dieser Plan ist eine genaue und vollständige Darstellung der Schaltung mit allen Bauteilen und Leitungen. Die Teile eines Gerätes oder einer Schaltung werden zusammenhängend gezeichnet. Eine räumliche Anordnung findet keine Berücksichtigung. Klemmen und Lötstellen können, müssen aber nicht eingetragen werden.

### 10.1.5 Verdrahtungsplan

Bei diesen Plänen unterscheidet man folgende Arten:

Geräteverdrahtungspläne zeigen die elektrischen Verbindungen innerhalb der Geräte.

Verbindungspläne sind Klemmpläne für komplizierte Steuerungen.

Anschlusspläne stellen die Anschlusspunkte der Bauelemente und die inneren und äußeren Verbindungen von Baueinheiten als Fertigungs- und Montageunterlage dar.



10.1.6 Funktionsplan

In den Schaltungsunterlagen werden Betriebsmittel wie folgt nach ÖNORM E 1001 und E 1013 gekennzeichnet.

Kennbuchstabe	Betriebsmittel	Beispiele
B	Umsetzer von nichtelektrischen auf elektrische Größen und umgekehrt	Messumformer, Sensoren, Lautsprecher, Mikrofone
C	Kondensatoren	MP-Kondensatoren
D	Binäre Elemente, Speicher	Verknüpfungen, Kippglieder
E	Verschiedenes	Beleuchtungen, Heizkörper
F	Schutzeinrichtungen	Sicherungen, Auslöser, Schutzrelais
G	Generatoren, Stromversorgungen	Generatoren, Netzgeräte, Stromrichter
H	Meldeeinrichtungen	Hupen, Wecker, Meldeleuten
K	Relais, Schütze	Leistungs- und Hilfsschütze
L	Induktivitäten	Drosseln, Spulen
M	Motoren	Elektromotoren
N	Verstärker, Regler	elektronische und mechanische Regler
Q	Starkstrom-Schaltgeräte	Installationsschaltung, Trennschalter
R	Widerstände	Anlasser, Vorwiderstände
S	Schalter, Wähler	Steuerschalter
T	Transformatoren	Netz-, Trenntransformatoren
V	Halbleiter	Dioden, Transistoren
W	Übertragungswege	Hohlleiter, Lichtwellenleiter
X	Klemmen, Steckverbindungen	Stecker, Buchsen, Klemmleisten

## 10.1.7 Schaltzeichen und Schaltsymbole

Die elektrischen Leitungen und Bauteile werden in Installations-, Übersichts- und Stromlaufplänen wie folgt dargestellt.

Legende							
	Leitung(Allgemein)		Deckenbeleuchtung		Ausschalter		Elektrogerät
	Leitung in Elektroinstallationsrohr		Deckeneinbauleuchte		Wechselschaltung		Herd
	Spannungsquelle		Wandbeleuchtung		Kreuzschaltung		Backofen
	Erde(Allgemein)		Steckdose		Serienschaltung		Kühlgerät
	Schalter(Allgemein)		Doppel-Steckdose		Gruppenschaltung		Gefriergerät
	Sicherung(Allgemein)		Dreifach-Steckdose		Taster		Gefrier- & Kühlkombination
	Leistungsschutzschalter		Steckdose mit Typenbezeichnung		Taster mit Leuchte		Spülmaschine
	Fehlerstromschutzschalter		Datendose mit Typenbezeichnung		Dimmer		Waschmaschine
	Stromstoßschalter		Antennenanschluss		Gegensprechanlage		Wäschetrockner

© www.elektroinstallation-selber-machen.com

### 10.1.8 Regeln für Stromlaufpläne

In der Praxis werden noch sehr viele Pläne, die nach alter Norm ausgeführt sind, verwendet. Diese unterscheiden sich in einigen Punkten von der neuen Normierung

Regeln:

- Ein Stromlaufplan zeigt die Wirkungsweise einer elektrischen Schaltung. Deshalb müssen die Stromwege so übersichtlich wie möglich und die Betriebsmittel so einfach wie möglich dargestellt werden.
- Bei einer Schaltung werden nur genormte Schaltzeichen für die Betriebsmittel verwendet. Es muss jenes Schaltzeichen gewählt werden, das für das jeweilige Betriebsmittel aussagekräftig ist.
- Stromwege sollen geradlinig und nach Möglichkeit kreuzungsfrei gezeichnet werden. Die Verbindungslinien laufen parallel zu den Rändern der Zeichnung.

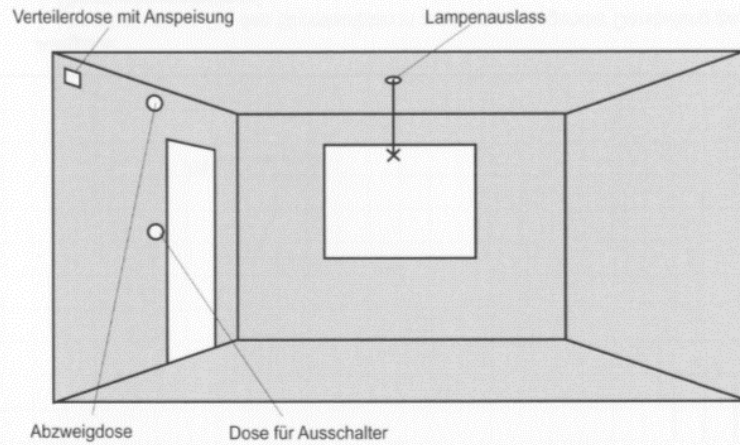
alt	neu
<p>Verteilerdose</p>	<p>Verteilerdose</p>
<p>Leitungsverbindung</p>	<p>Leitungsverbindung</p>
<p>Kreuzung mit Verbindung</p>	<p>Kreuzung mit Verbindung</p>
<p>Kreuzung ohne Verbindung</p>	<p>Kreuzung ohne Verbindung</p>

## Fachkunde

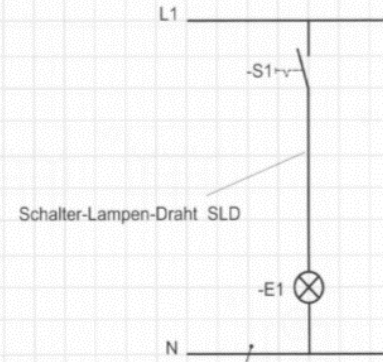
- Stromwege werden so gezeichnet, dass die Signalfflussrichtung oder die Wirkungsrichtung von oben nach unten bzw. von links nach rechts verläuft.
- Die Leitungsverzweigungen oder Leitungsverbindungen werden als senkrechte oder waagrechte Einmündungen in die Hauptleitung dargestellt. Leitungskreuzungen haben daher keine elektrische Verbindung.

## 10.2 Ausschaltung

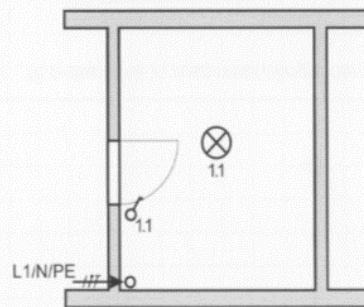
3D-Ansichtsplan – Beispiel



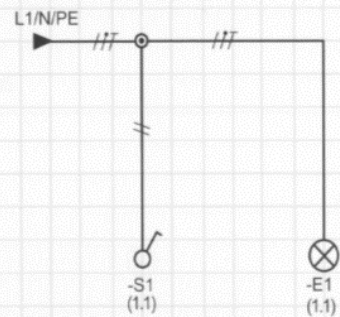
Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



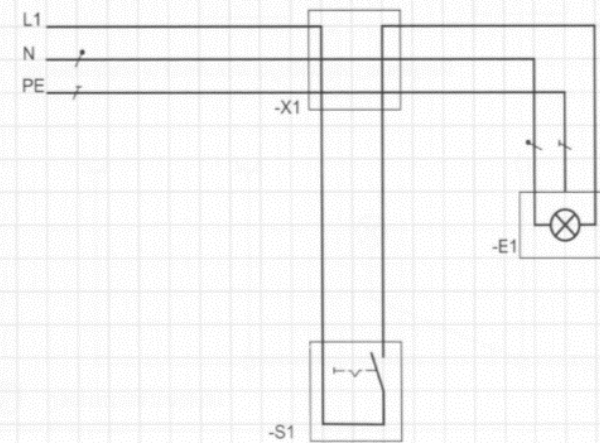
Installationsplan



Übersichtsschaltplan

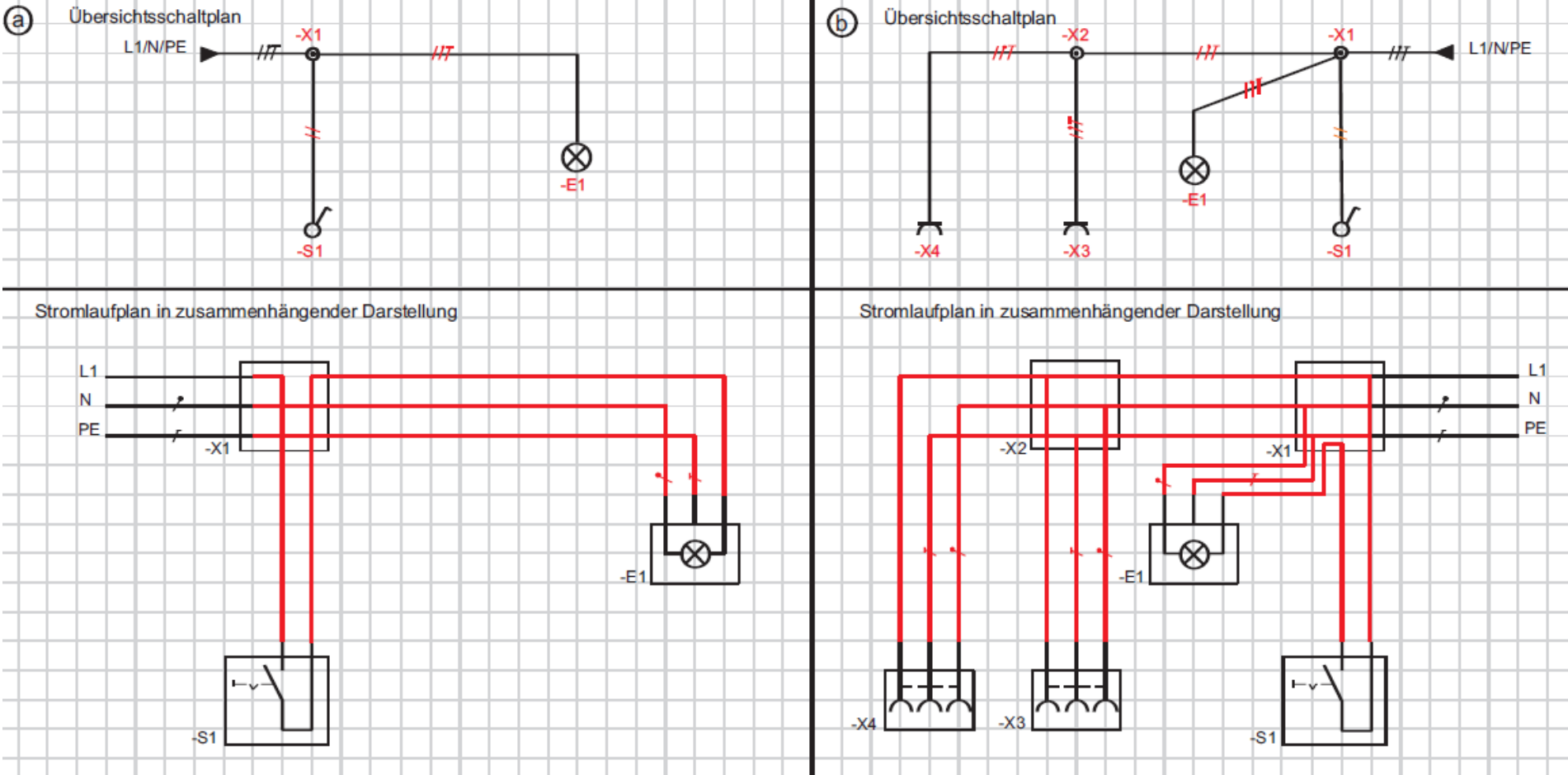


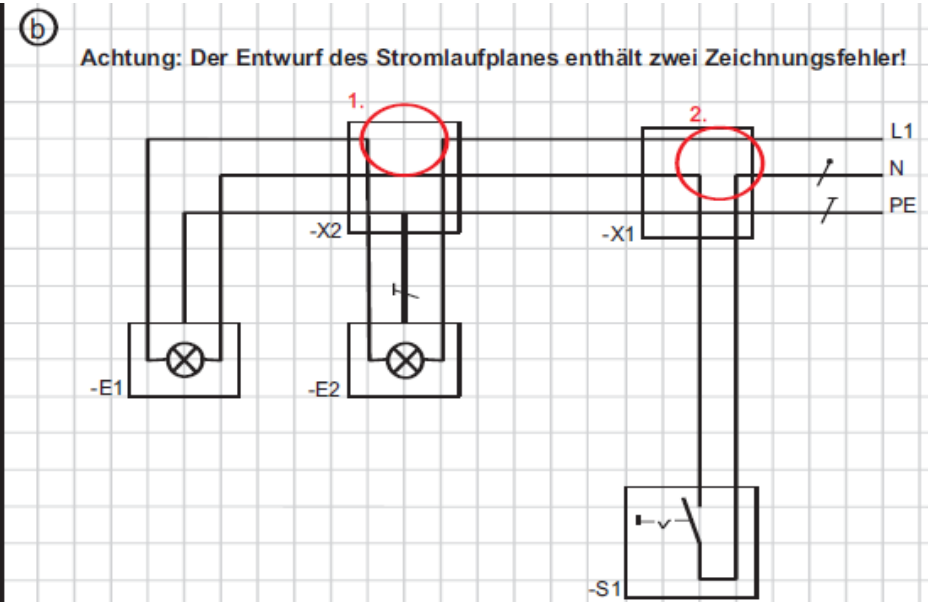
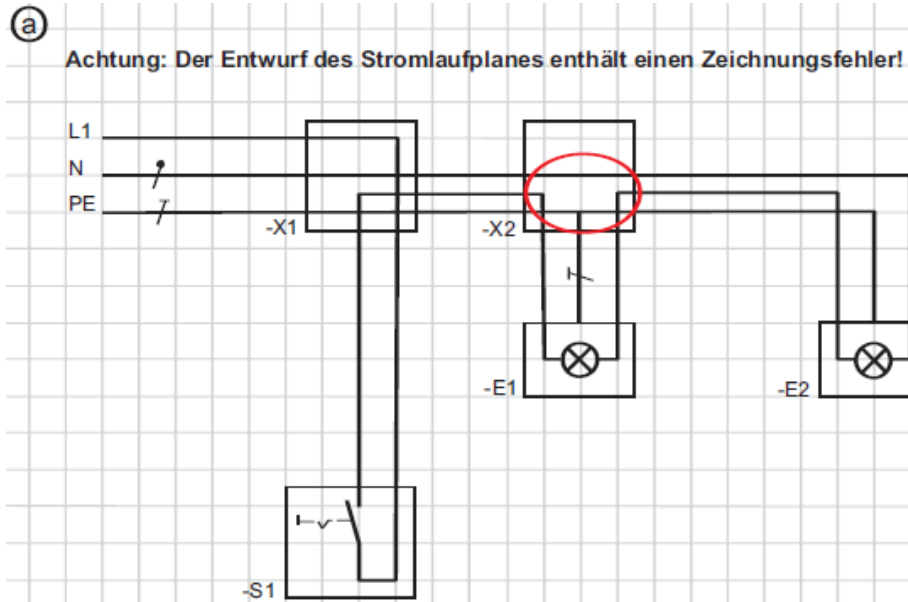
Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



**Ausschaltung:**

Mit einer Ausschaltung kann man von einer Betätigungsstelle eine Lampe oder eine Lampengruppe aus- bzw. einschalten.





**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan den Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie den Fehler und die Auswirkung des Fehlers auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

a) Fehler: Serienschaltung der beiden Lampen

b) Auswirkung des Fehlers: Lampen werden nur halb so stark leuchten!!

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan die Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie die Fehler und die Auswirkungen der Fehler auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

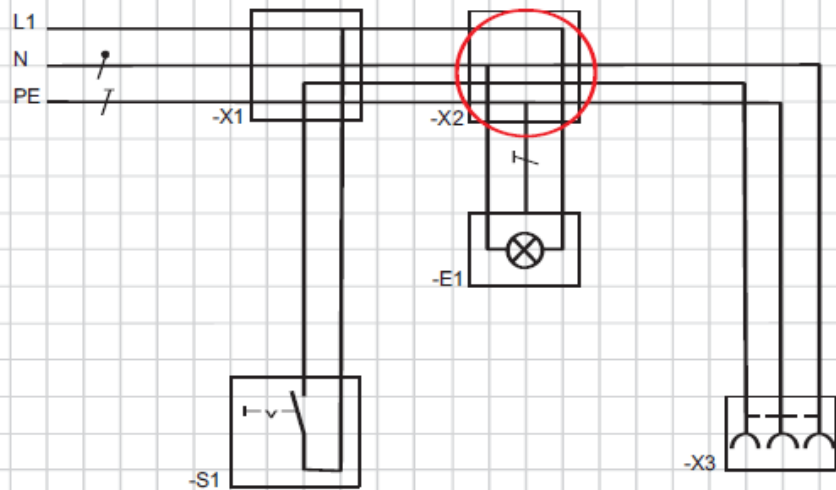
a) Fehler: 1. Serienschaltung 2. N-Leiter geschaltet

b) Auswirkungen der Fehler:

1. Bei Serienschaltung leuchten die beiden Lampen nur halb so stark!

2. Keine Auswirkung, jedoch nicht erlaubt!

a) Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält einen Zeichnungsfehler!



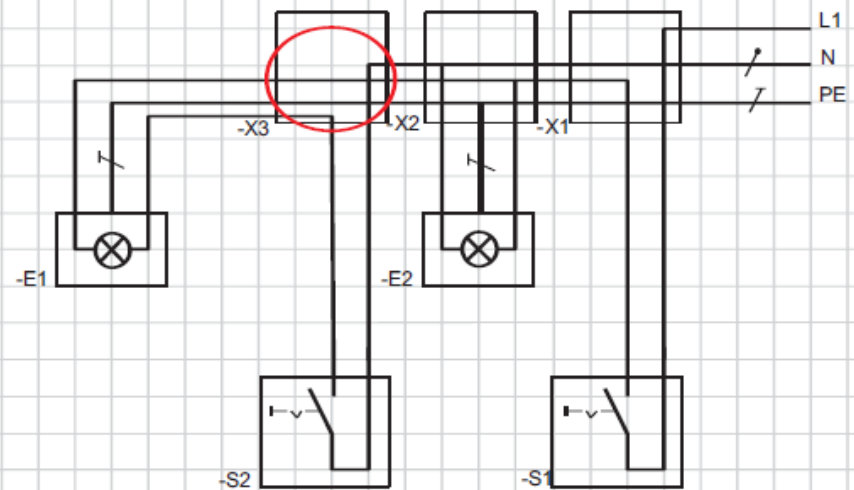
Aufgabe:

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan den Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie den Fehler und die Auswirkung des Fehlers auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

a) Fehler: Falscher Zusammenschluss in der Verteilerdose

b) Auswirkung des Fehlers: Lampe leuchtet immer, Steckdose über Ausschalter geschaltet

b) Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält zwei Zeichnungsfehler!



Aufgabe:

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan die Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie die Fehler und die Auswirkungen der Fehler auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

a) Fehler: 1. S1, E1 und S2 in Serie geschaltet 2. S2 schaltet Neutralleiter

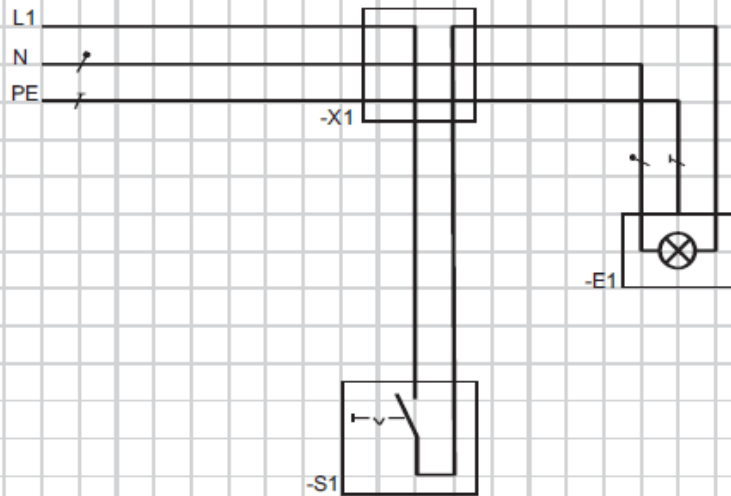
b) Auswirkungen der Fehler:

1. Lampe E1 leuchtet nur, wenn beide Schalter eingeschaltet sind.

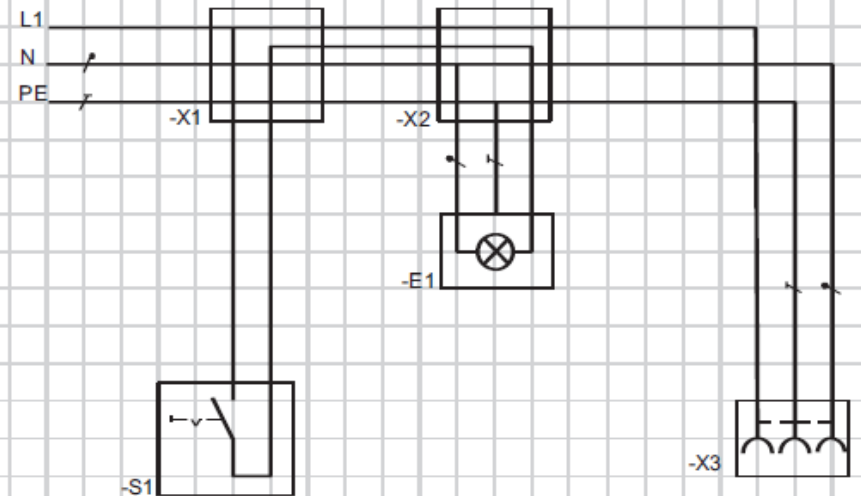
2. Neutralleiter werden nicht geschaltet!



a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



b) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



**Aufgabe:**  
Kreuzen Sie die richtigen Leiter an:

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -S1

- A     N     PE     SLD     K

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -E1

- A     N     PE     SLD     K

A ... Außenleiter                      N ... Neutraleiter                      PE ... Schutzleiter  
 SLD ... Schalter-Lampen-Draht      K ... Korrespondierende

**Aufgabe:**  
Kreuzen Sie die richtigen Leiter an:

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -X2

- A     N     PE     SLD     K

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X2 und -X3

- A     N     PE     SLD     K

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X2 und -E1

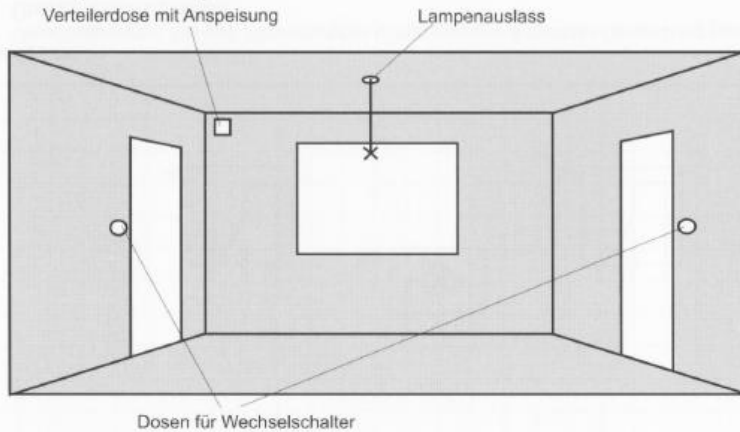
- A     N     PE     SLD     K

Welche Leiter befinden sich zwischen: -S1 und -X1

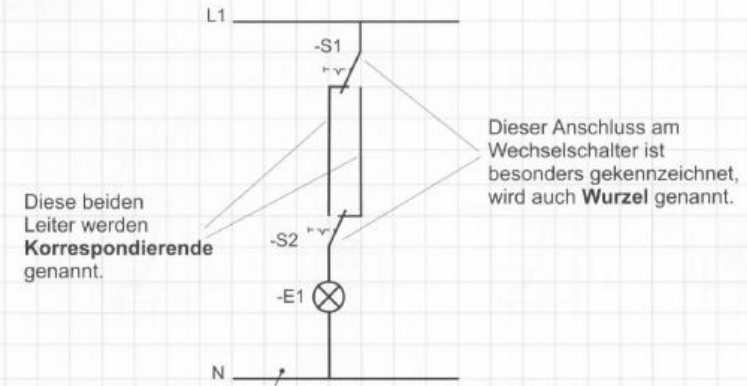
- A     N     PE     SLD     K

### 10.3 Wechselschaltung

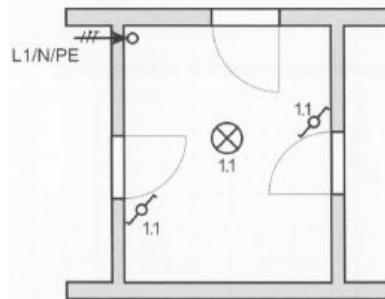
3D-Ansichtsplan – Beispiel



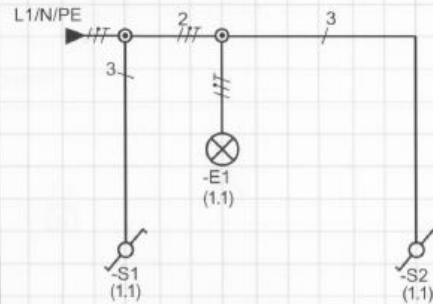
Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



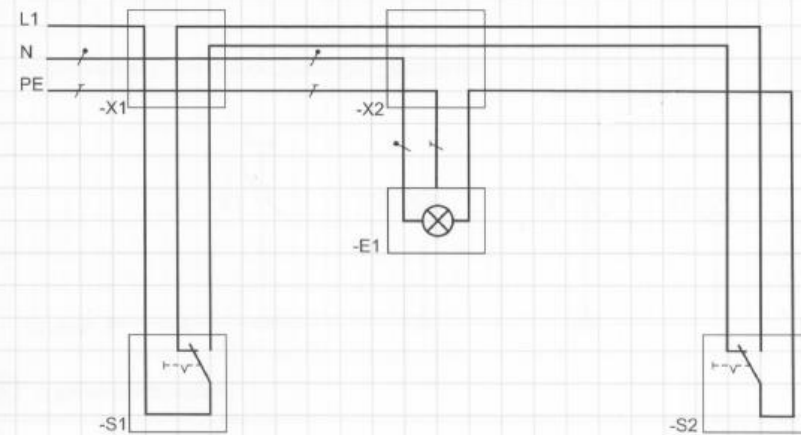
Installationsplan



Übersichtsschaltplan



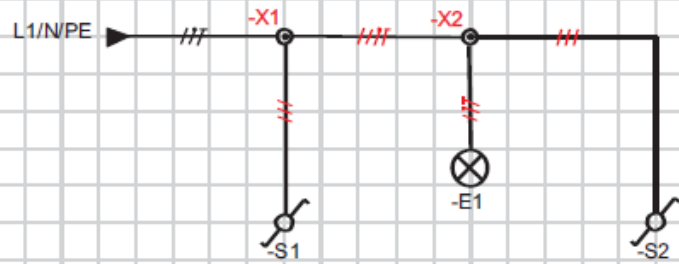
Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



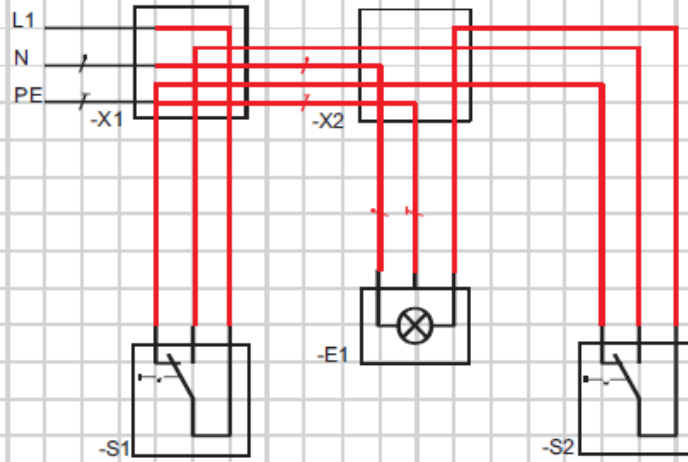
**Wechselschaltung:**

Mit Hilfe einer Wechselschaltung ist es möglich, von zwei voneinander unabhängigen Betätigungsstellen eine Lampe oder Lampengruppe aus- bzw. einzuschalten.

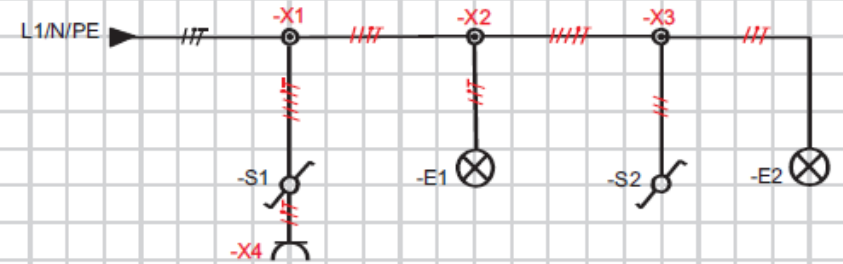
(a) Übersichtsschaltplan



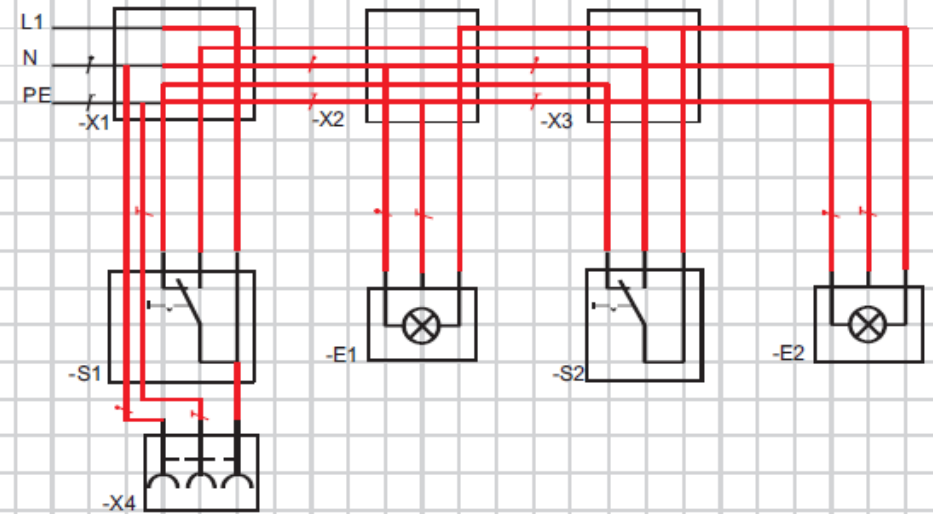
Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



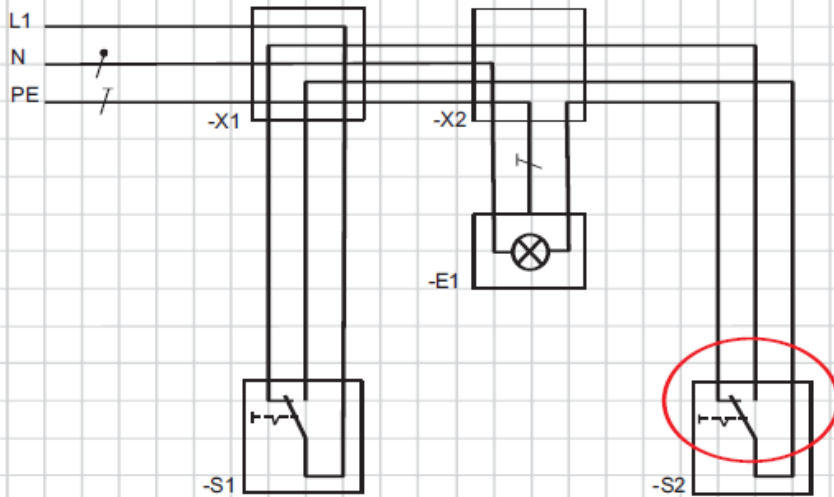
(b) Übersichtsschaltplan



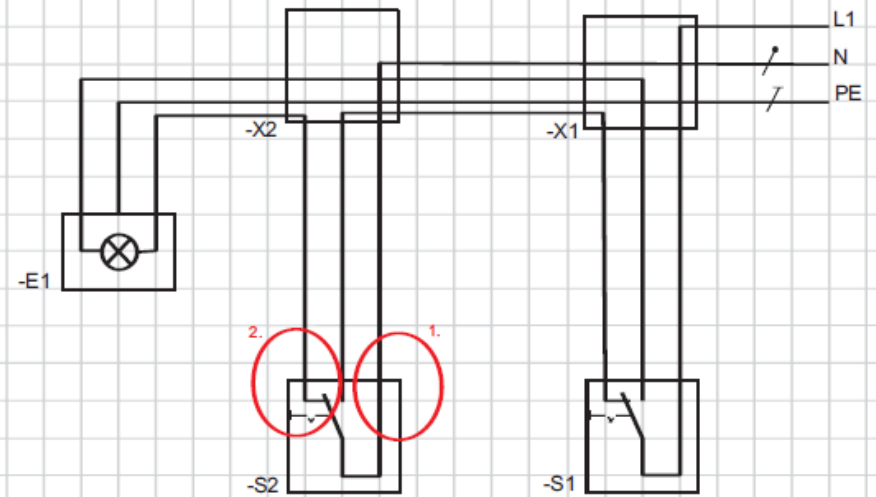
Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



**a)** Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält einen Zeichnungsfehler!



**b)** Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält zwei Zeichnungsfehler!



**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan den Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie den Fehler und die Auswirkung des Fehlers auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

a) Fehler: Falscher Anschluss am Wechselschalter

b) Auswirkung des Fehlers: Lampe leuchtet nur in einer Schalterstellung

**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan die zwei Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie die Fehler und die Auswirkungen der Fehler auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

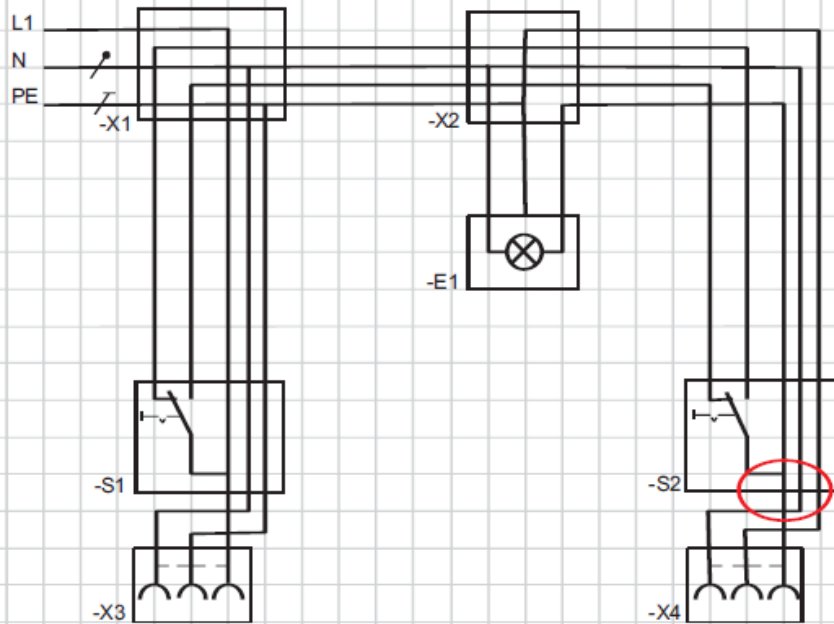
a) Fehler: 1. Falscher Anschluss 2. Falscher Anschluss

b) Auswirkungen der Fehler:

1. Bei bestimmter Schalterstellung – Kurzschluss!

2. Nur bei einer bestimmten Schalterstellung leuchtet die Lampe

**a)** Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält einen Zeichnungsfehler!



**Aufgabe:**

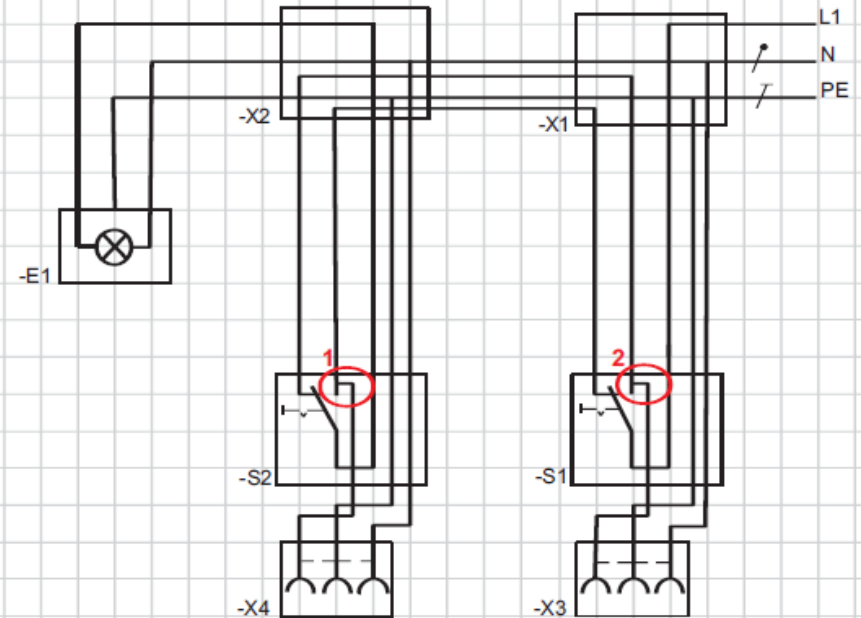
1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan den Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie den Fehler und die Auswirkung des Fehlers auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

a) Fehler: SLD statt Außenleiter an Steckdose

b) Auswirkung des Fehlers: Steckdose wird mit Wechselschalter geschaltet

Leuchtet die Lampe, hat auch die Steckdose Spannung

**b)** Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält zwei Zeichnungsfehler!



**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan die zwei Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie die Fehler und die Auswirkungen der Fehler auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

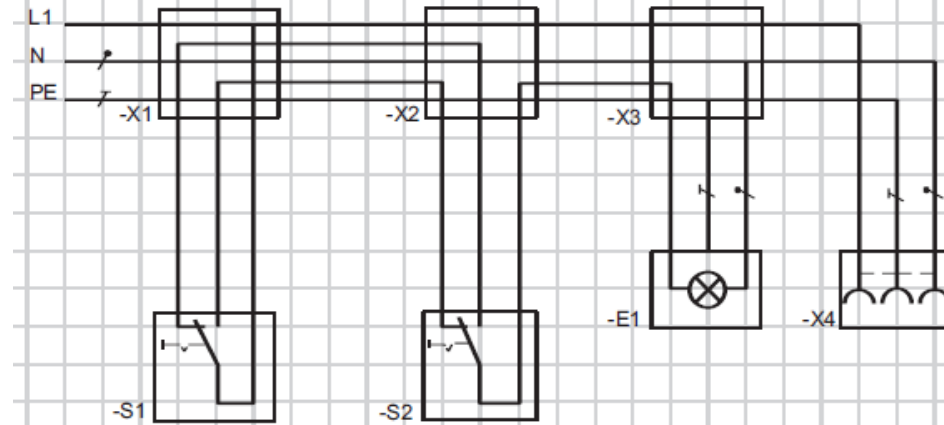
a) Fehler: 1. Steckdose X4 falsch angeschlossen 2. Steckdose X3 falsch angeschlossen

b) Auswirkungen der Fehler:

1. Steckdose X4 führt nur bei einer bestimmten Schalterstellung Spannung

2. Steckdose X3 führt nur bei einer bestimmten Schalterstellung Spannung

a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



**Aufgabe:**

Kreuzen Sie die richtigen Leiter an:

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X2 und -X3

- A     N     PE     SLD     K1     K2

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X2 und -S2

- A     N     PE     SLD     K1     K2

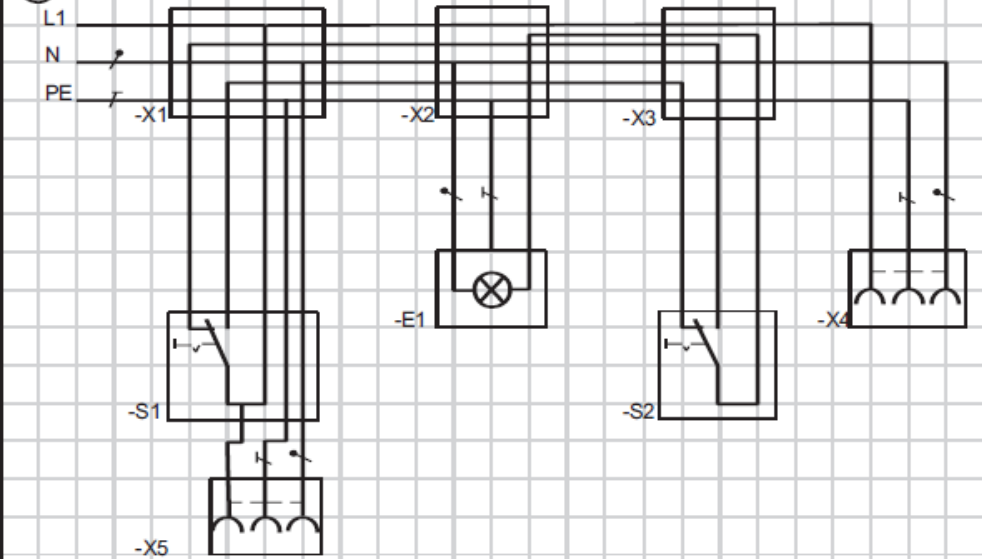
Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -X2

- A     N     PE     SLD     K1     K2

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -S1

- A     N     PE     SLD     K1     K2

b) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



**Aufgabe:**

Kreuzen Sie die richtigen Leiter an:

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X2 und -X3

- A     N     PE     SLD     K1     K2

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -X2

- A     N     PE     SLD     K1     K2

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -S1

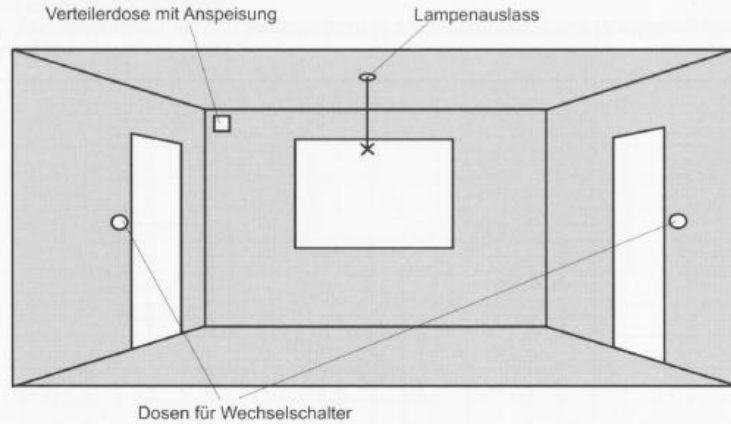
- A     N     PE     SLD     K1     K2

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X3 und -X4

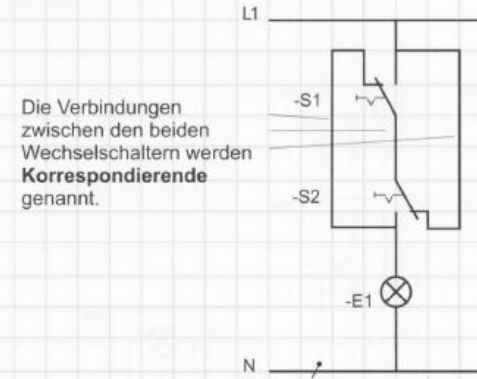
- A     N     PE     SLD     K1     K2

## 10.4 Sparwechselschaltung

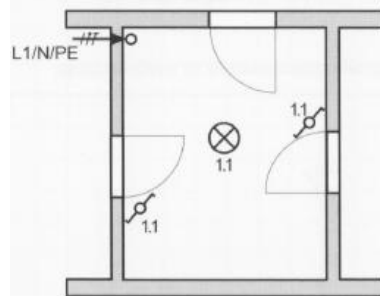
3D-Ansichtsplan – Beispiel



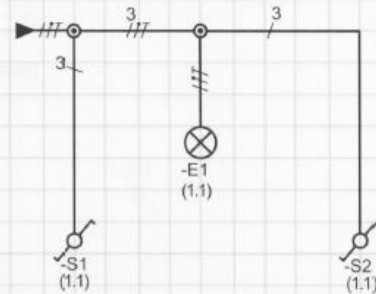
Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



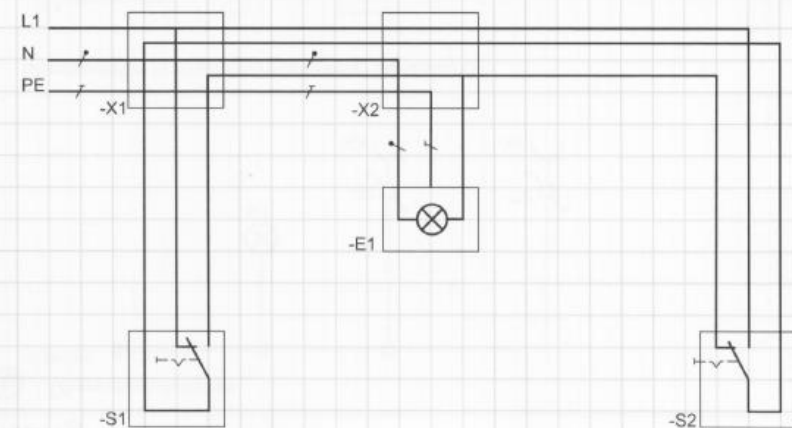
Installationsplan



Übersichtsschaltplan

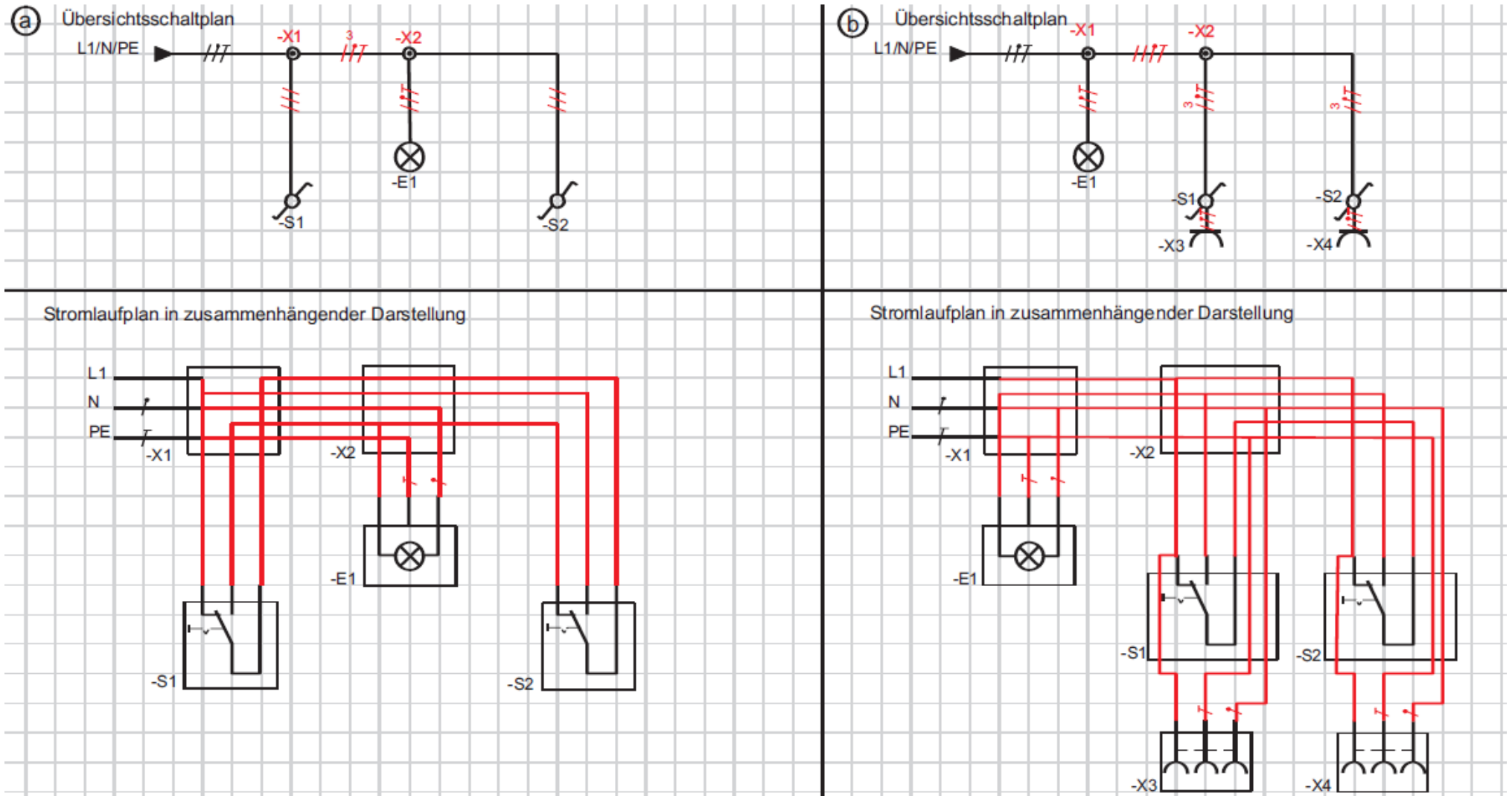


Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



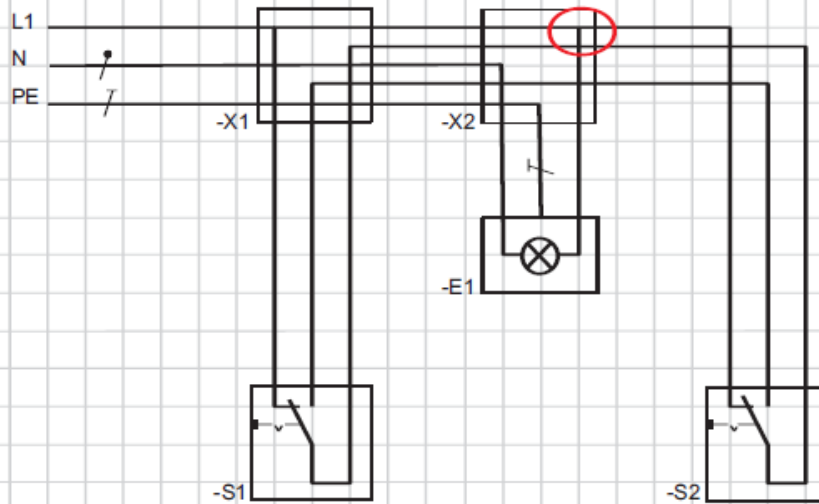
**Sparwechselschaltung:**

Mit Hilfe einer Sparwechselschaltung ist es möglich, von zwei voneinander unabhängige Betätigungsstellen eine Lampe oder Lampengruppe aus- bzw. einzuschalten. Sie wird allerdings nur dann angewendet, wenn an beiden Dosen der Außenleiter (z. B. für Steckdosen) benötigt wird.

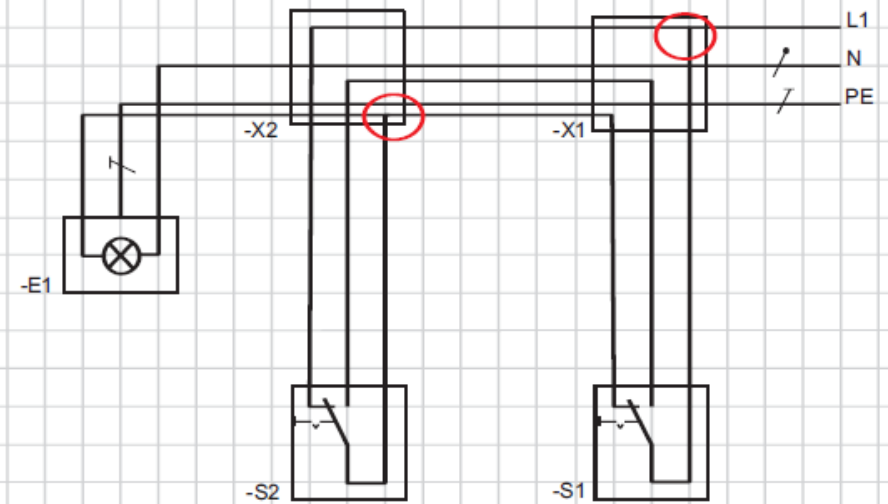




**a)** Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält einen Zeichnungsfehler!



**b)** Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält zwei Zeichnungsfehler!



**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan den Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie den Fehler und die Auswirkung des Fehlers auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

a) Fehler: SLD mit falschem korrespondierendem Leiter verbunden

b) Auswirkung des Fehlers: Lampe leuchtet immer

**Aufgabe:**

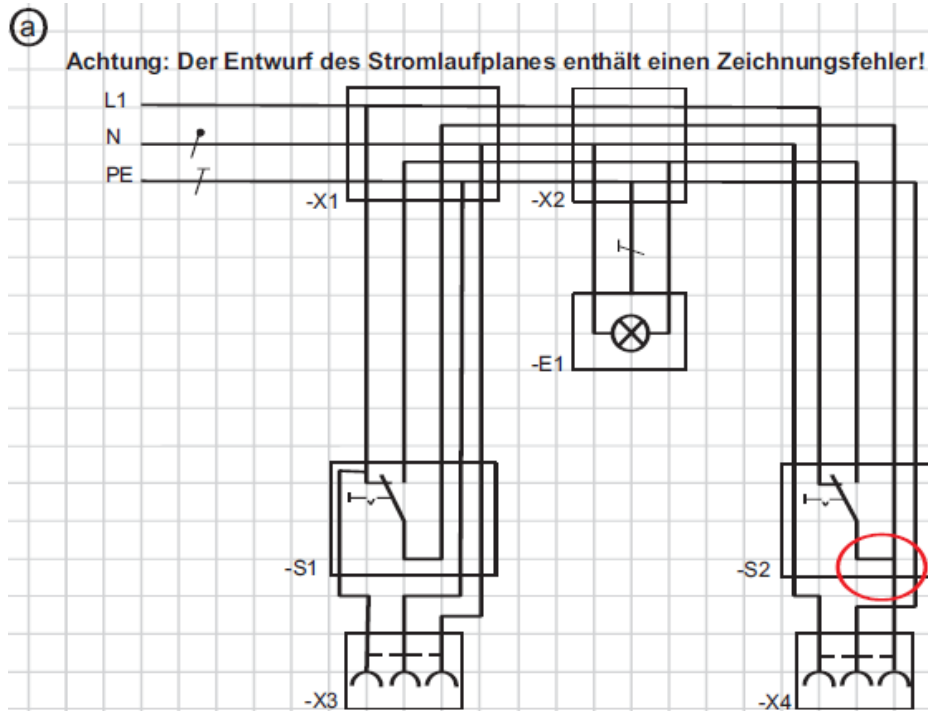
1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan die zwei Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie die Fehler und die Auswirkungen der Fehler auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

a) Fehler: 1. Außenleiter an falschen Korrespondierenden 2. SLD falsch angeschlossen

b) Auswirkungen der Fehler:

1. Bei bestimmter Schalterstellung von S2 leuchtet Lampe E1 immer

2. Nur in bestimmter Schalterstellung von S1 und S2 leuchtet E1

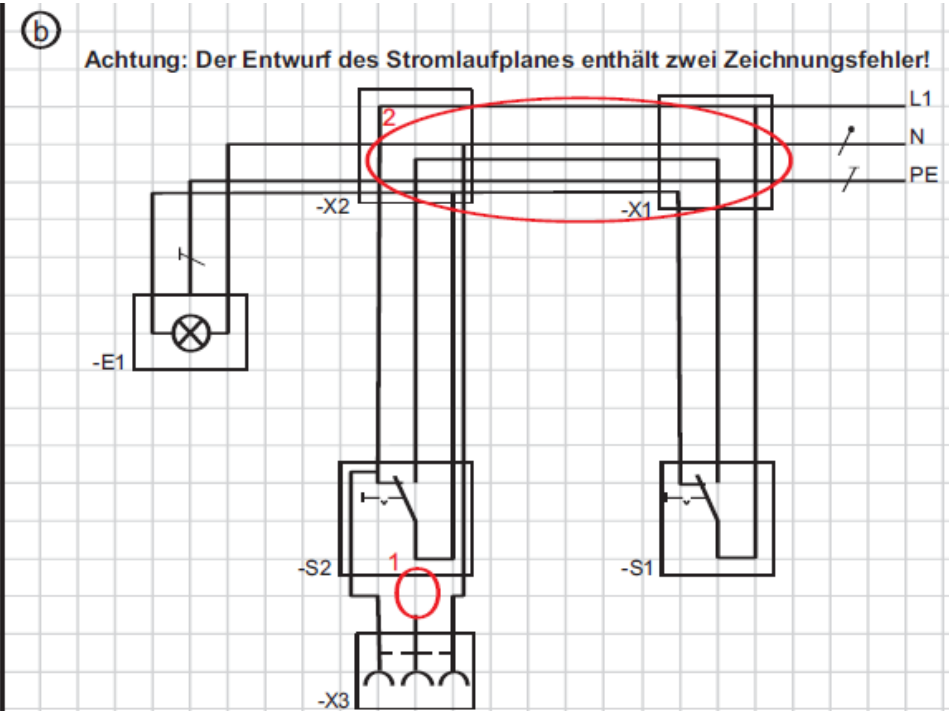


**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan den Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie den Fehler und die Auswirkung des Fehlers auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

a) Fehler: Steckdose X4 an falschen korrespondierenden Leiter angeschlossen

b) Auswirkung des Fehlers: Steckdose hat nur bei einer bestimmten Schalterstellung von S1 Spannung



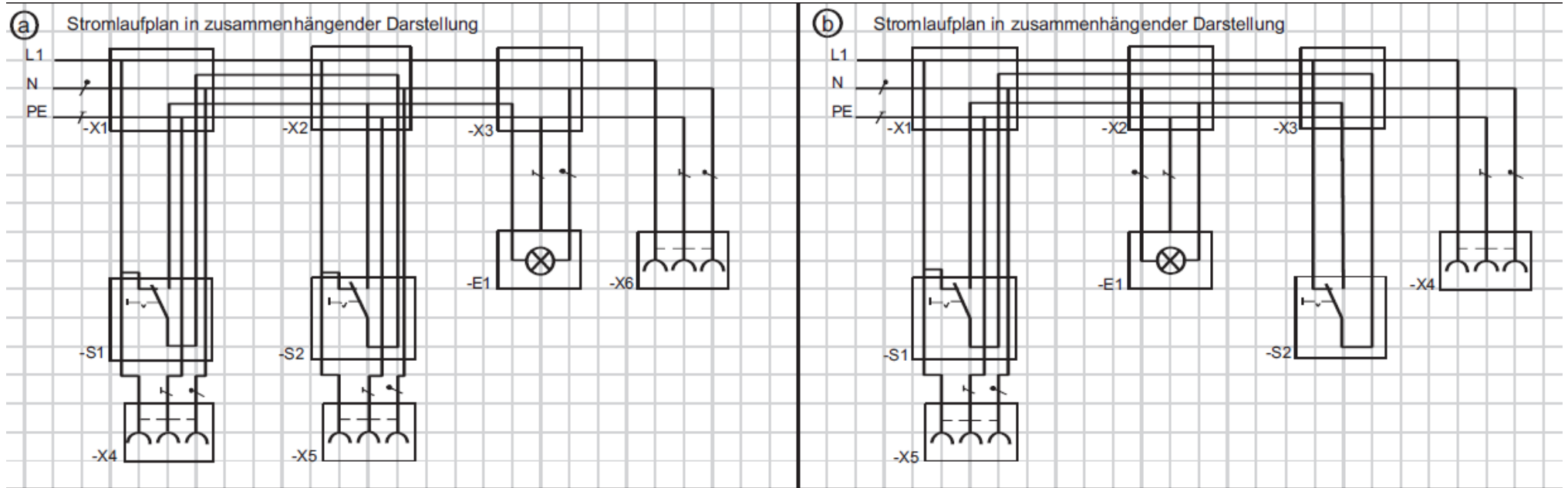
**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan die zwei Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie die Fehler und die Auswirkungen der Fehler auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

a) Fehler: 1. Kein Schutzleiteranschluss 2. Beide Wechselschalter falsch angeschlossen

b) Auswirkungen der Fehler:

1. Schutzmaßnahme nicht vorhanden
2. Bei bestimmter Schalterstellung von S1 kann E1 von S2 nicht geschaltet werden



**Aufgabe:**  
Kreuzen Sie die richtigen Leiter an:

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X2 und -X3

- A     N     PE     SLD     K1     K2     K3

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X2 und -S2

- A     N     PE     SLD     K1     K2     K3

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -X2

- A     N     PE     SLD     K1     K2     K3

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -S1

- A     N     PE     SLD     K1     K2     K3

**Aufgabe:**  
Kreuzen Sie die richtigen Leiter an:

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X2 und -X3

- A     N     PE     SLD     K1     K2     K3

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -X2

- A     N     PE     SLD     K1     K2     K3

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -S1

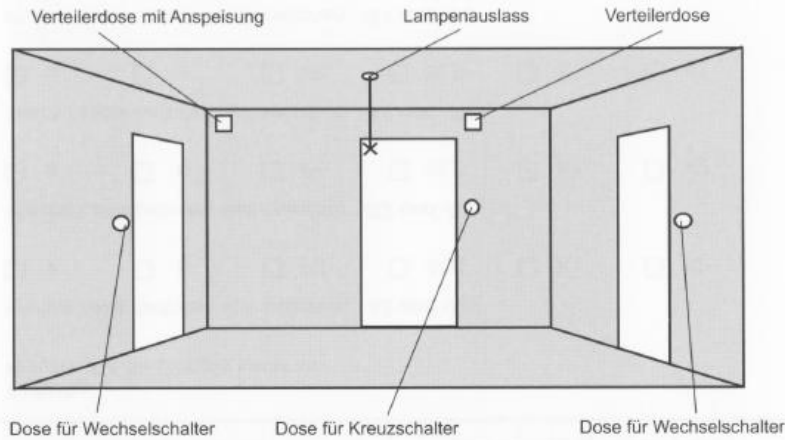
- A     N     PE     SLD     K1     K2     K3

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X3 und -X4

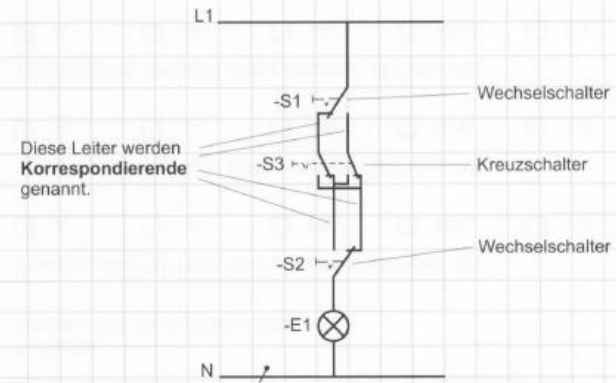
- A     N     PE     SLD     K1     K2     K3

## 10.5 Kreuzschaltung

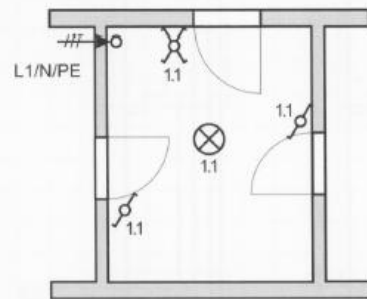
3D-Ansichtsplan – Beispiel



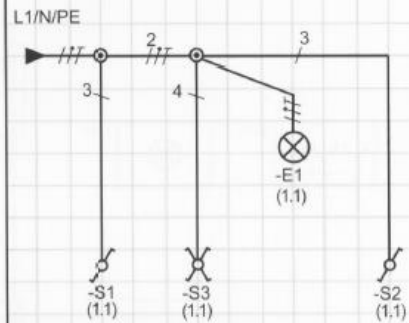
Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung



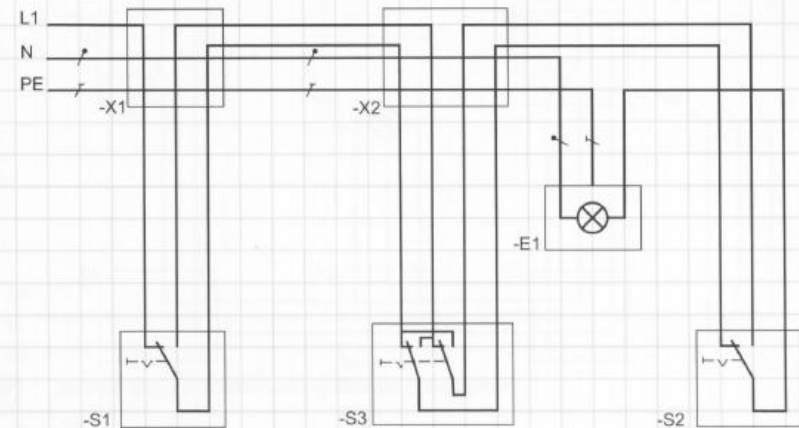
Installationsplan



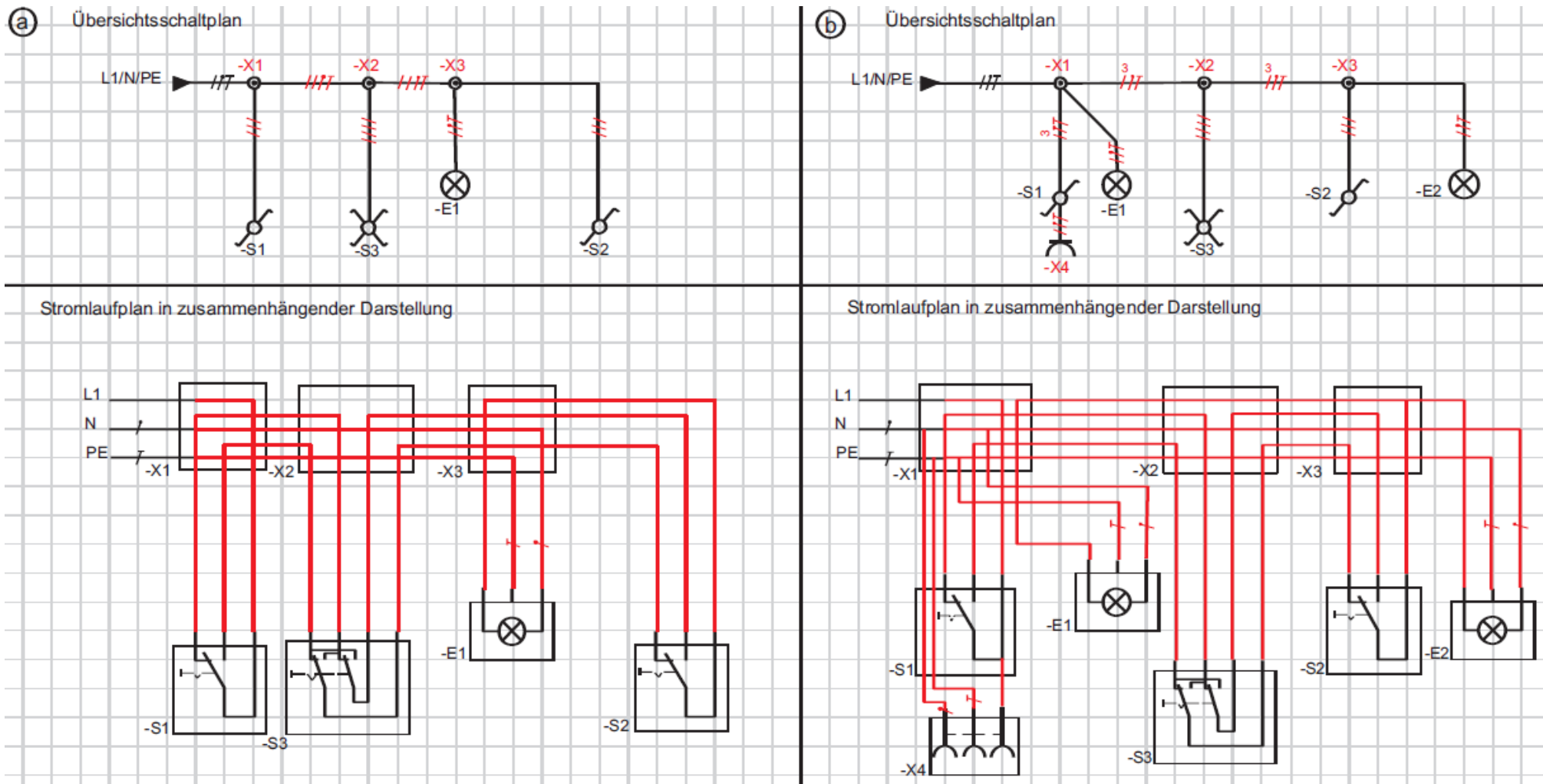
Übersichtsschaltplan



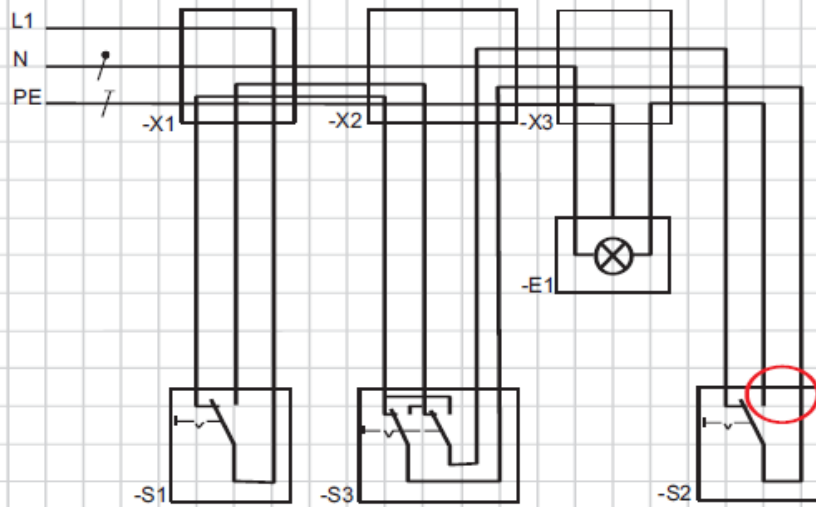
Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



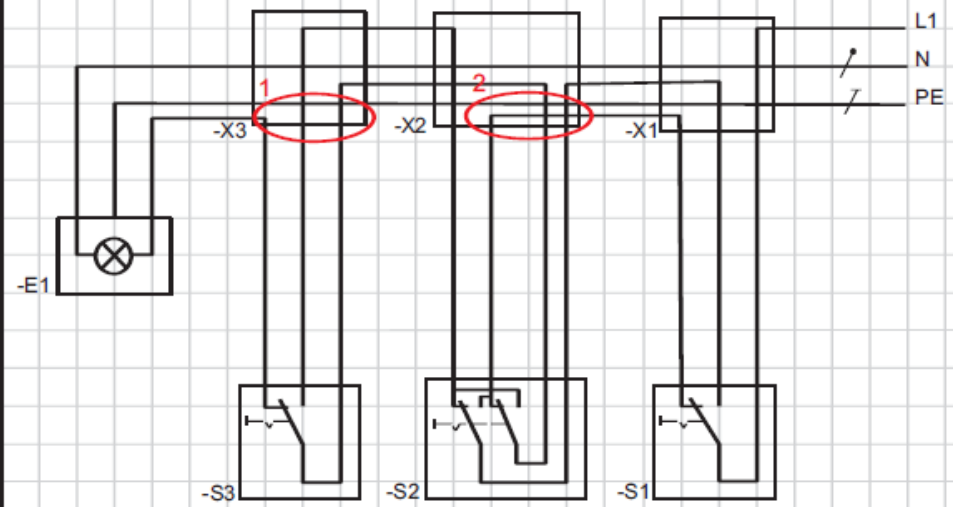
**Kreuzschaltung:**  
Mit ihrer Hilfe ist es möglich, von drei voneinander unabhängigen Betätigungsstellen eine Lampe oder Lampengruppe aus- bzw. einzuschalten.



**a)** Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält einen Zeichnungsfehler!



**b)** Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält zwei Zeichnungsfehler!



**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan den Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie den Fehler und die Auswirkung des Fehlers auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

a) Fehler: Bei Wechselschalter S2 sind Korrespondierender und SLD vertauscht

b) Auswirkung des Fehlers: Lampe E1 kann nur bei einer bestimmten Schalterstellung von S2 leuchten

**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan die zwei Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie die Fehler und die Auswirkungen der Fehler auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

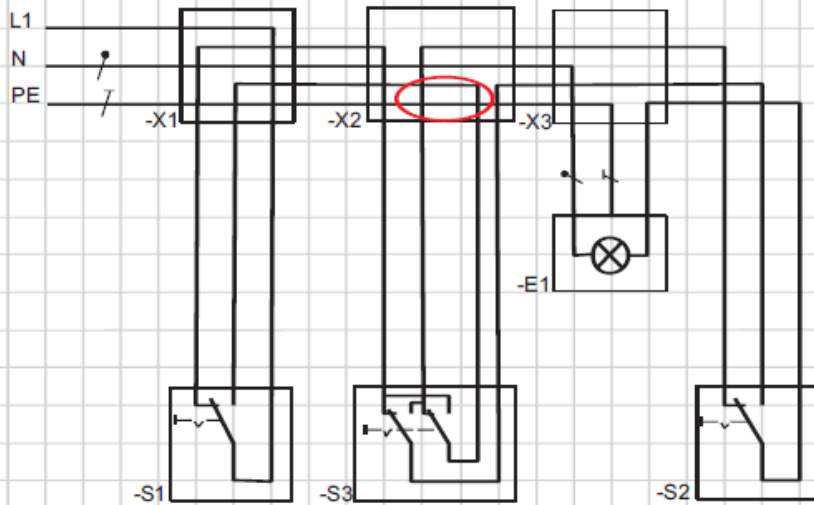
a) Fehler: 1. Wechselschalter S3 falsch 2. Kreuzschalter S2 falsch

b) Auswirkungen der Fehler:

1. Lampe E1 leuchtet nur in bestimmter Schalterstellung von S3
2. Lampe E1 leuchtet nur in bestimmter Schalterstellung von S2

a)

Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält einen Zeichnungsfehler!



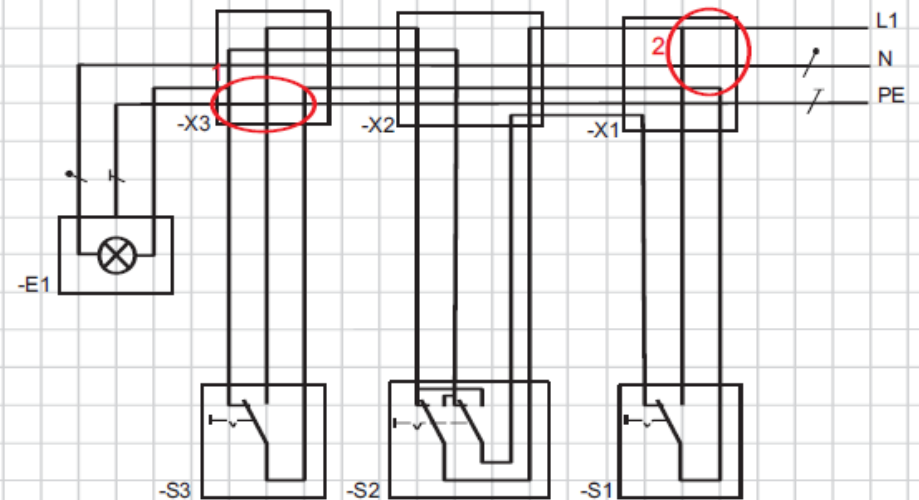
**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan den Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie den Fehler und die Auswirkung des Fehlers auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

- a) Fehler: Korrespondierende beim Kreuzschalter falsch angeschlossen
- b) Auswirkung des Fehlers: Lampe E1 leuchtet nur in einer bestimmter Schalterstellung, das Aus- und Einschalten mit allen Schaltern funktioniert nicht mehr.

b)

Achtung: Der Entwurf des Stromlaufplanes enthält zwei Zeichnungsfehler!

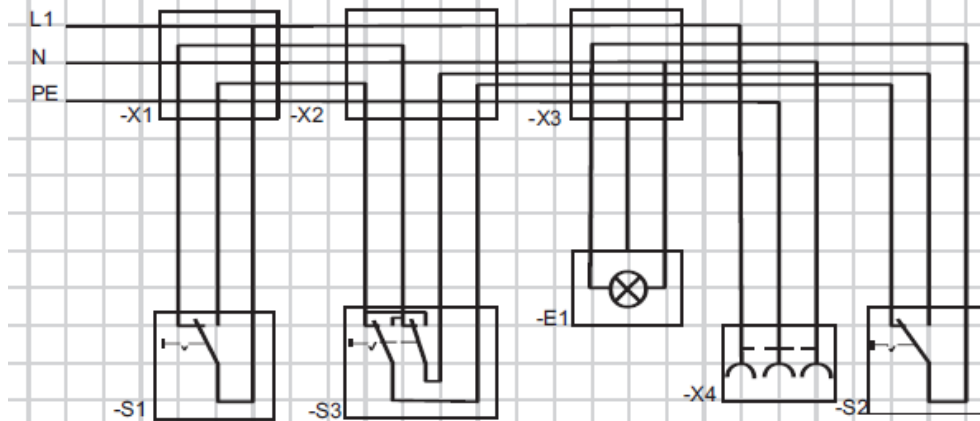


**Aufgabe:**

1. Kennzeichnen Sie im Stromlaufplan die zwei Fehler durch Umrahmung.
2. Beschreiben Sie die Fehler und die Auswirkungen der Fehler auf die Funktionsfähigkeit dieser Schaltung.

- a) Fehler: 1. SLD falsch 2. Außenleiter falsch
- b) Auswirkungen der Fehler:
1. Lampe E1 leuchtet nur bei bestimmter Schalterstellung von S2
  2. Lampe E1 leuchtet nur bei bestimmter Schalterstellung von S1

a) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



**Aufgabe:**

Kreuzen Sie die richtigen Leiter an:

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X2 und -X3

- A     N     PE     SLD     K1     K2

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X3 und -S2

- A     N     PE     SLD     K1     K2

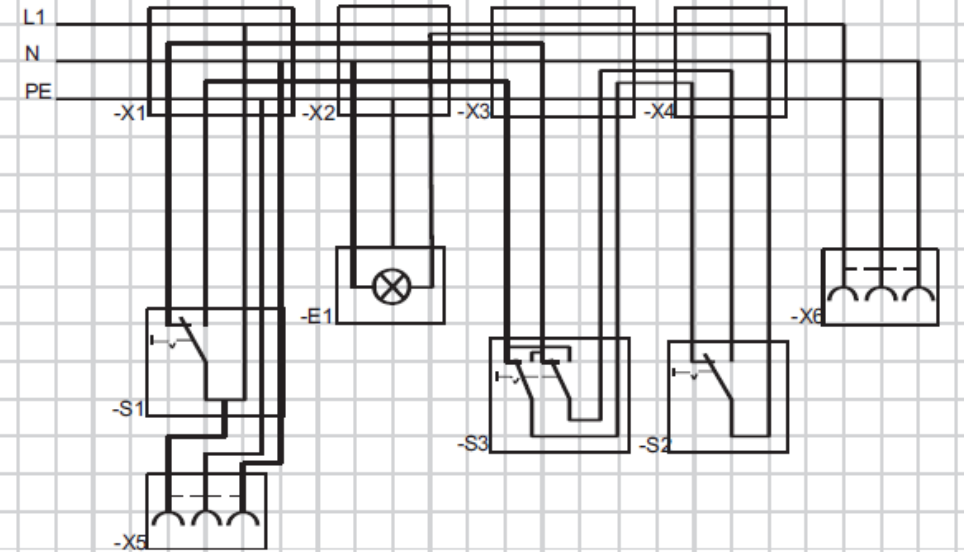
Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -X2

- A     N     PE     SLD     K1     K2

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X3 und -X4

- A     N     PE     SLD     K1     K2

b) Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung



**Aufgabe:**

Kreuzen Sie die richtigen Leiter an:

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X2 und -X3

- A     N     PE     SLD     K1     K2

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -X2

- A     N     PE     SLD     K1     K2

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X1 und -S1

- A     N     PE     SLD     K1     K2

Welche Leiter befinden sich zwischen: -X3 und -X4

- A     N     PE     SLD     K1     K2



## 10.6 Abzweigdose verdrahten

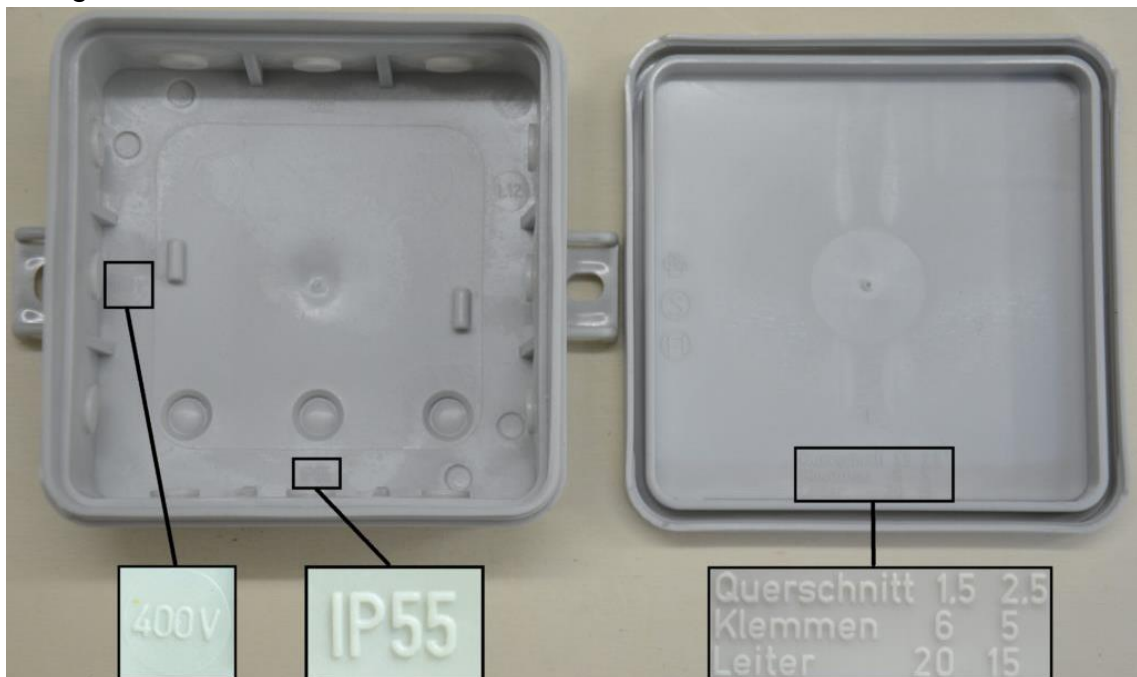
Abzweigdosen dienen bei der Elektroinstallation zum Verklemmen/Verteilen von Adern.

Die bekannteste Ausführung ist die Aufputz-Abzweigdose, die in der Regel für den Einsatz in Feuchträumen wie beispielsweise Garagen geeignet ist. Bei der Installation und dem anschließenden Verklemmen der Adern werden jedoch häufig entscheidende Fehler gemacht.

Zunächst muss eine passende Dose ausgewählt werden.

Hierbei muss neben der entsprechenden Schutzart, die je nach Anwendungsgebiet variieren kann, auch die erlaubte Aderanzahl, der erlaubte Aderquerschnitt und die maximale Klemmenanzahl (je nach Querschnitt) berücksichtigt werden.

Diese Angaben findet man in der Regel auf der Dose bzw. im Deckel der Abzweigdose.

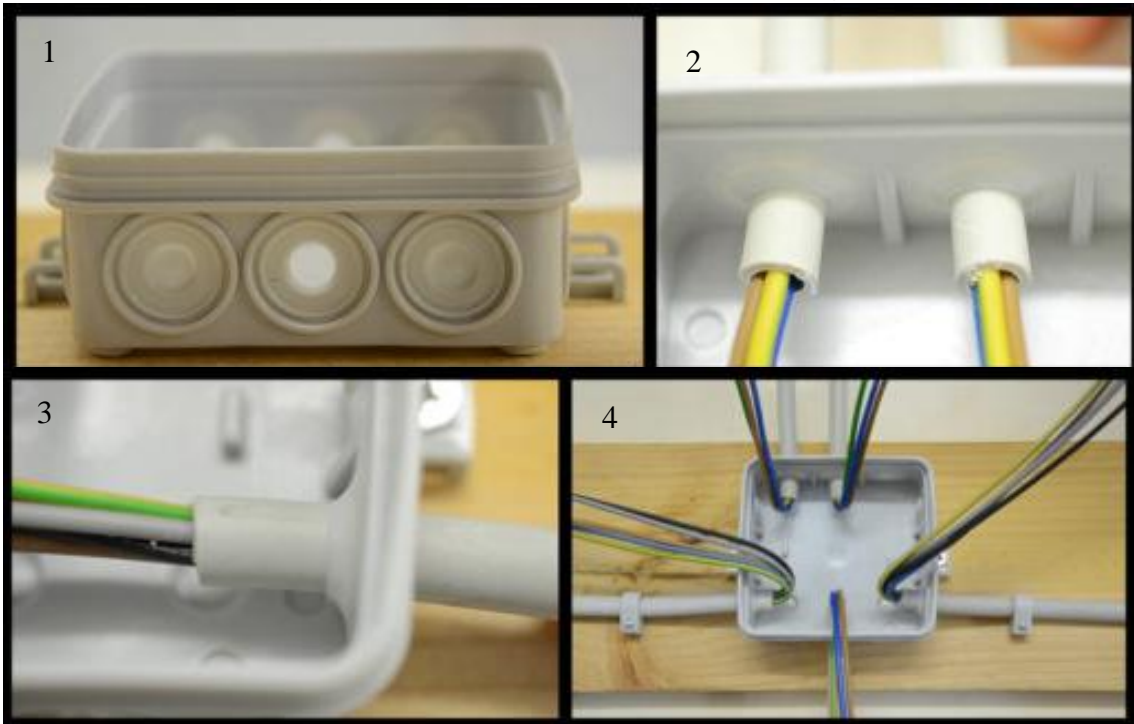


Anschließend müssen die entsprechenden Kabeleinführungen geöffnet werden. Hierzu wird manchmal ein kleines Werkzeug beigegefügt, allerdings kann auch ein Schraubendreher zum Einstechen oder ein Messer genutzt werden.

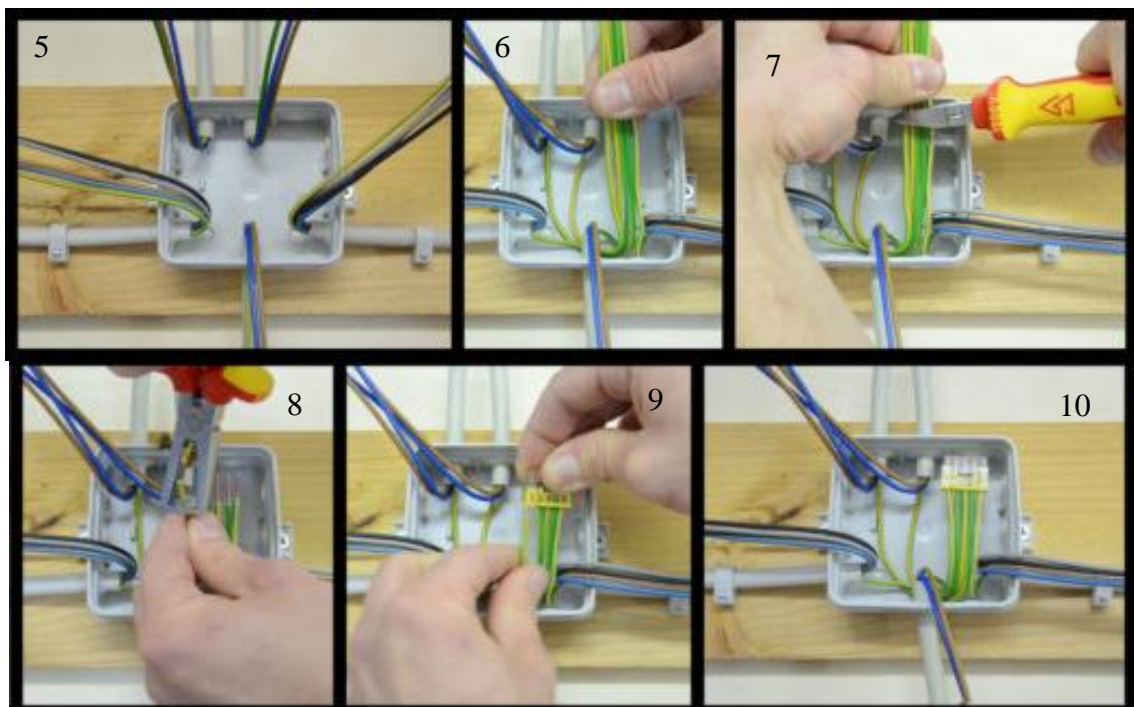
Egal auf welche Weise man die Kabeleinführungen öffnet, muss das Loch an den Kabelumfang angepasst sein, damit der Feuchtigkeits- und Fremdkörper-Schutz

erhalten bleibt. Das Kabel sollte somit anschließend das Loch wieder vollständig abdichten.

Der Mantel der Leitung sollte ca. 1cm in die Dose hineinragen.



Jetzt kann mit dem eigentlichen verklemmen begonnen werden. Hierbei bietet es sich an zunächst mit den Schutzleitern zu beginnen. Hierzu führt man die zu verklemmenden Adern zum unteren Teil der Dose und biegt sie gebündelt hoch. Nun werden die Adern auf die gleiche Länge eingekürzt und die Klemmen aufgebracht.



## Fachkunde

Nach dem gleichen Prinzip können auch die restlichen Adern verklemmt werden.  
Anschließend sollte die Dose folgendermaßen aussehen:



Nachdem alle Adern verklemmt wurden, kann der Deckel der Abzweigdose aufgebracht werden.

Diese Art eine Abzweigdose zu verklemmen hat viele Vorteile. Zum einen hat man noch genügend Reserve in den Aderlängen was eine spätere Änderung in der Anlage erleichtert. Des Weiteren ist diese Verdrahtungsmethode deutlich übersichtlicher und ermöglicht auch das problemlose Messen an einzelnen Adern mit einem entsprechenden Messgerät.

## 11 Klemmen

Darunter versteht man das Herstellen einer lösbaren, leitenden Verbindung von zwei oder mehreren elektrischen Leitern. Die Ausführung der Klemmen muss so beschaffen sein, dass die Leitungen genügend Kontaktkraft haben und ohne die Leiter zu beschädigen angeschlossen werden können. Klemmen werden nur an zugänglichen Stellen eingesetzt.

### 11.1 Schraubklemmen

Verwendet werden die Flachklemmen für den Anschluss von Erdungs- und Schutzleitungen, Relais, Schalter, Schütz, Steckdosen, Taster usw. Man unterscheidet 3 Arten von Flachklemmen:

- Flachklemmen mit Führungsnase
- Flachklemmen mit Klemmbügel
- Flachklemmen mit Anschlussscheibe

### 11.2 Elastikdosenklemmen (EDK)

Dies ist eine Klemme aus Messing mit einem Kunststoffisolierteil. EDK-Klemmen gibt es in zwei Größen

EDK 1: 4 mm<sup>2</sup>

EDK 2: 10 mm<sup>2</sup>

Sie finden beispielsweise Verwendung als Leiterverbindungen in Dosen.

### 11.3 Schraublose Dosenklemmen

Dabei handelt es sich um eine Steckklemme, die direkt ein-, mehr- und feindräftige Leiter klemmt. Der abisolierte Leiter wird bis zum Anschlag in die Klemme eingeführt. Der Kontaktdruck kommt meist durch eine Feder zustande.



### 11.4 Lusterklemmen oder Europaklemmleisten

Verwendet werden diese Klemmen beim Anbringen von Decken- und Wandleuchten. Die Lusterklemme besteht aus einem Gehäuse, das je nach Einsatzgebiet aus isoliertem Kunststoff oder Keramik sein kann. Dieses Gehäuse umgeben kleine Röhren aus Messing. Die abisolierten Enden werden dort mittels Klemmschrauben befestigt. Neben einer zweireihigen Ausführung mit zwei Klemmschrauben pro Pol gibt es auch einreihige mit nur einer Schraube. Die Klemmreihen können aus hartem und weichem Kunststoff gearbeitet sein. Sie sind meist 12-polig und können mit einer Messerklinge je nach Bedarf abgetrennt werden. Die Dicke der Isolierung muss dabei aber erhalten bleiben.



Europaklemmleisten sind nicht zur Verbindung von Leitern in Verteilern zugelassen. Heute werden diese Klemmen bei Neuinstallationen vielfach durch Federzugklemmen ersetzt.

### 11.5 Federzugklemmen

Diese dienen ebenfalls zur Verbindung von Leitungen. Die Kraft der Feder wird genutzt, um die verschiedenen Leitertypen zu fixieren. Die scharfen Kanten der Feder „graben“ sich an der Klemmstelle ein. Die Vorteile der Federzugklemmen gegenüber Lusterklemmen sind:

- Keine Aderendhülsen beim Anschluss feindrahtiger Leitungen
- Langlebige Verbindung
- Schnelle Montage

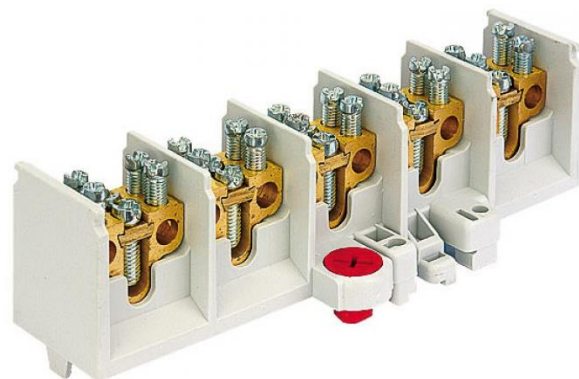
### 11.6 Motorklemmbretter

Das Motorklemmbrett dient dazu, die empfindlichen Wicklungsanschlüsse zu schützen, indem sie auf eine festliegende Klemmverbindung gebracht werden. Durch das Biegen des Drahtes zu einer Öse kann man die Leiter direkt am Motorklemmbrett anschließen. Insgesamt hat das Motorklemmbrett sechs Anschlüsse. Es liegen sich immer zwei Anschlüsse gegenüber. Auf der einen Seite sind die Anschlüsse U, V und W. Auf der anderen Seite befinden sich die Anschlüsse in der Reihenfolge W2, U2 und V2. Dies hat den Grund, dass bei Dreiecksbrücken keine Kreuzungen entstehen können.



### 11.7 Abzweigklemmen

Abzweigklemmen gibt es für die verschiedensten Bereiche der Elektroinstallation und dürfen nur zugentlastet montiert werden. Diese Klemmen können sowohl als Abzweigklemmen als auch als Endbundklemmen verwendet werden.



### 11.8 Kabelschuhe

Durch Kabelschuhe wird ein elektrisches Kontaktieren der Leiter von Kabeln durch Schrauben oder Stecken vereinfacht. Die Verbindung der Leiter von Kabeln durch Schrauben oder Stecken vereinfacht. Die Verbindung der Leiter mit dem Kabelschuh erfolgt entweder durch Crimpen, Quetschen oder Kerben bzw.

Pressen. Man unterscheidet daher generell zwischen Crimpkabelschuhen und Presskabelschuhen.

### 11.8.1 Crimpkabelschuhe

Die Leiteraufnahme wird hier von einem Blech gebildet, das beidseitig nach oben gebogen ist und zwei Metalllappen hat. Dieser Aufnahmebereich wird samt Leiterende in die Crimpzange eingelegt und diese biegt das Blech und die Metalllappen nach innen und unten auf das Leiterende. Es entsteht ein nierenförmiger Querschnitt.



Es gibt auch isolierte Crimpkabelschuhe. Bei diesen liegt der Leiteraufnahmebereich unter einer Isolierstoffhülse, durch die die Presskraft wirkt (Quetschung durch zweiseitige Verformung).

Die Isolierstoffhülse ist farblich gekennzeichnet. Diese Farbe gibt einen Hinweis auf den Querschnitt.

Rot: für Querschnitte von 0,5 bis 1 mm<sup>2</sup>

Blau: für Querschnitte von 1,5 bis 2,5 mm<sup>2</sup>

Gelb: für Querschnitte von 4 bis 6 mm<sup>2</sup>

Es gibt verschiedene Crimpkabelschuararten:

- Ring- oder Lochkabelschuhe
- Gabelkabelschuhe
- Stiftkabelschuhe
- Flachstecker und Flachsteckerhülsen
- Stoßverbinder



### 11.8.2 Presskabelschuhe

Die Leiteraufnahme bei Presskabelschuhen ist dicker, hülsenförmig und oft geschlossen. Dieses Aufnahmeteil wird mit einer Presszange so verformt, dass eine form- und kraftschlüssige Verbindung mit dem Leiter entsteht. Für die unterschiedlichen Querschnitte gibt es die jeweils passenden Presszangen.

Generell setzt man Presskabelschuhe für Kupferleiter und bei Aluminiumleitern mit großen Querschnitten in Stromnetzen ein.



## 12 Spanabhebende Verfahren

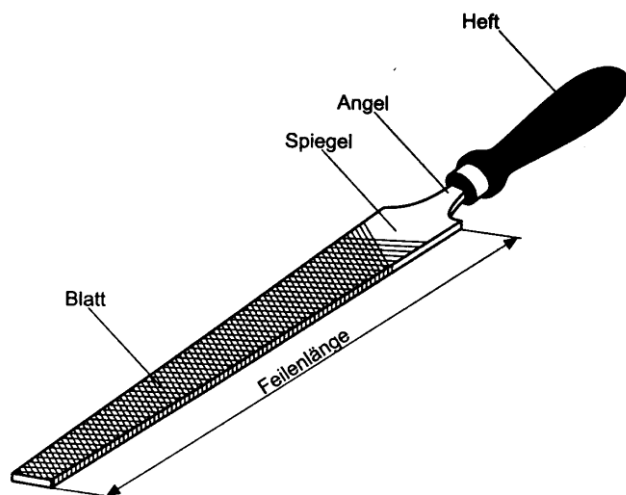
Unter spanabhebenden Fertigungsverfahren versteht man all jene Bearbeitungsverfahren, bei denen während eines Arbeitsganges ein Span abgenommen wird. Dies geschieht durch eine Schneide, deren Grundform ein Keil ist.

Zu den spanabhebenden Fertigungsverfahren gehören unter anderem: Feilen, Sägen, Bohren, Drehen, Fräsen, Hobeln, Meißeln, Schleifen, Honen, Läppen und Trennschleifen.

### 12.1 Feilen

Der Zweck des Feilens ist die Spanabnahme zur Erzielung von ebenen, winkligen und parallelen Flächen. Feilen sind mehrschneidige Werkzeuge in der spannenden Formgebung.

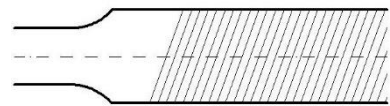
Hergestellt wird der Feilenrohling aus legiertem Werkzeugstahl. Die Zähne der Feile werden entweder in das Feilenblatt gefräst oder eingehauen. Danach erfolgt die Härtung des Feilenblattes. Die Angel bleibt weich und dient zur Befestigung des Feilenheftes.



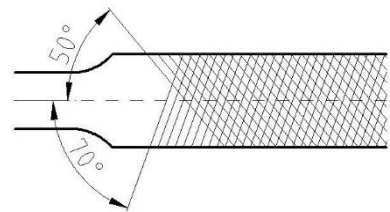
Nach der Länge unterscheidet man zwischen Arm-, Hand-, Schlüssel-, und Nadelfeilen.

## Fachkunde

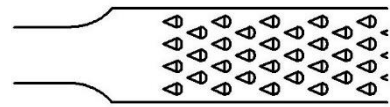
Nach der Hiebart unterscheidet man einhiebige schrägverzahnte Feilen (die Spanabführung erfolgt einseitig, werden für weiche Werkstoffe verwendet), einhiebige bogenverzahnte Feilen (die Spanabführung erfolgt beidseitig, auch für weiche Werkstoffe), Feilen mit Doppelhieb oder Kreuzhieb (sind für harte Werkstoffe),



einhiebige bogenverzahnte Feilen mit Spanbrechnut (sind für die Bearbeitung von Holz, Leder, Kunststoff usw.)



Feilen mit Raspelhieb (die Spanabnahme erfolgt mehr reißend als schneidend. Sind für die Grobbearbeitung weicher Werkstoffe wie Holz, Horn, Leder usw.).



Nach der Hiebteilung unterscheidet man

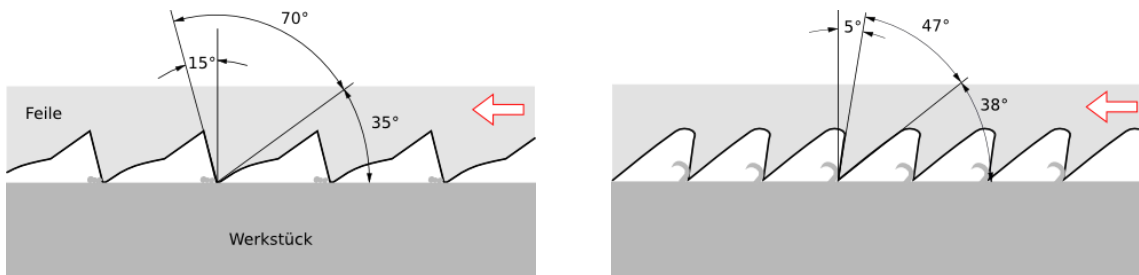
Art der Feile	Hiebe auf 10 mm Feilenblattlänge	Werkstoffabnahme
Schrupffeile	4 – 18	> 0,5 mm
Halbschlichtfeile	20 – 40	0,2 – 0,5 mm
Schlichtfeile	42 – 60	< 0,2 mm
Doppelschlichtfeile	80 – 120	< 0,1 mm

Nach der Herstellung der Zähne unterscheidet man Feilen mit gehauenen und gefrästen Zähnen.

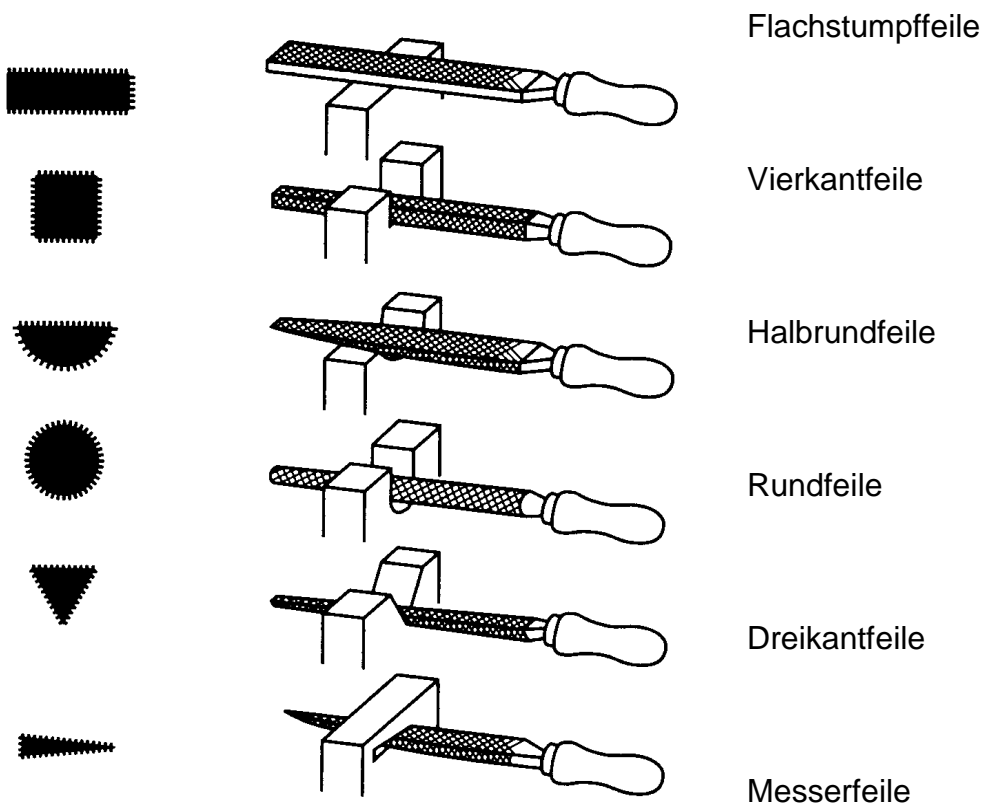
Feilen mit gehauenen Zähnen haben eine Schabwirkung. Freiwinkel  $\alpha = 35^\circ$ ; Keilwinkel  $\beta = 70^\circ$ ; Spanwinkel  $\gamma = 15^\circ$  negativ

## Fachkunde

Feilen mit gefrästen Zähnen haben eine Schneidwirkung.  
Freiwinkel  $\alpha = 38^\circ$ ; Keilwinkel  $\beta = 47^\circ$ ; Spanwinkel  $\gamma = 5^\circ$  positiv



Nach dem Querschnitt des Feilenblattes unterscheidet man



### 12.1.1 Richtig gemacht!

- Die Höhe des Schraubstockes soll zirka 5 cm unter dem Ellbogen des Feilenden sein.
- Die Feilbewegung erfolgt mit dem Armen, nicht mit dem Oberkörper. Der Oberkörper hat nur die Aufgabe, die Feilbewegung zu unterstützen. Eine Hand ergreift beim Feilen das Feilenheft. Der Handballen der anderen

## Fachkunde

Hand liegt gewöhnlich am vorderen Ende des Feilenblattes auf. Bei Schlüssel- und Nadelfeilen wird das vordere Ende des Feilenblattes zwischen Zeigefinger und Daumen geführt.

- Je breiter das Werkstück, umso größer soll der Winkel zwischen Feile und Werkstück sein.
- Wende beim Feilen von Flächen den Kreuzschliff an, d.h., feile kreuzweise.
- Schiebe die Feile mit gleichmäßigen Druck vorwärts.
- Nutze die ganze Feilenlänge.
- Verwende Schlichtfeilen erst bei weniger als 0,2 mm oder für die abschließende Oberflächenbehandlung.
- Berühre die zu bearbeitende Fläche nie mit den Fingern. Es bildet sich ein Fettfilm und die Feile greift schlecht an.
- Die Reinigung der Feile erfolgt mit der Feilbürste in Richtung des Oberhiebes.
- Entferne hartnäckige Späne mit einem Feilenreiniger aus Messingblech, nie mit der Reißnadel!

## 12.2 Sägen

Sägen gehört zu den spanabhebenden Verfahren mit geradliniger oder kreisförmiger Schnittbewegung. Der Sägevorgang wird vorwiegend zum Trennen von Werkstücken und zum Einschneiden von Schlitzten und Nuten verwendet. Während dieses Vorganges führt die Säge die Schnittbewegung aus.

Das Sägeblatt wird aus unlegiertem Werkzeug- oder Schnellschnittstahl hergestellt. Die Zähne sind zusätzlich gehärtet. Beim Sägen arbeiten unzählige Zähne, die Schneidkeile, hintereinander. Dazwischen liegen die Spanräume (Zahnlücken). Diese haben zwei Aufgaben.

- Aufnahme der Späne
- Herausführen der Späne aus der Schnittfuge

Während der Sägearbeit vergrößert sich durch die Bewegung die Reibung. Bei einem glatten Sägeblatt würde es dadurch zu einer extremen Erwärmung und in der Folge durch die Ausdehnung des Materials zum Klemmen des Sägeblattes führen. Dieses Festklemmen verhindert man entweder durch Schränken oder Wellen des Sägeblattes. Beim Schränken sind die Zähne abwechselnd nach rechts und nach links ausgebogen, beim Wellen gleicht der Zahnverlauf einer gewellten Linie. Das Sägeblatt kann dadurch frei schneiden.

### 12.2.1 Zahnteilung

Der Abstand von Zahnspitze zu Zahnspitze in Millimeter wird Zahnteilung genannt. Die Größe der Zahnteilung wird von der Anzahl der Zähne pro 25,4 mm (= 1 Inch) Sägeblattlänge bestimmt.

Je weicher der Werkstoff, desto größer ist die Zahnteilung, d.h. für harte Werkstoffe kommt nur eine feine Zahnteilung in Frage.

Art	Zahnteilung	Anwendung
Grob	14 – 16	weiche Werkstoffe (Aluminium, Kupfer)
Mittel	18 – 22	Stahl
Fein	28 – 32	harte Werkstoffe, dünnwandige Rohre und Bleche

Bei den Sägeblättern selbst unterscheiden wir zwei grundlegende Arten:

Handsägeblätter: Sie haben meist Winkelzähne

Maschinensägeblätter: Sie sind immer mit Bogenzähnen ausgestattet und widerstandsfähiger.

### 12.2.2 Sägearten

Wie wir bereits wissen, unterscheidet man generell zwischen Handsägen und Maschinensägen. Handsägen werden aus Kostengründen allerdings nur mehr dort eingesetzt, wo der Einsatz von Maschinensägen nicht möglich ist oder sich nicht lohnt.

#### Handsägen

Bügelsäge: Die wichtigste Bügelsäge ist die Metallbügelsäge. Sie besteht aus einem Griff, dem Griffbogen, der Flügelmutter, dem Spannkolben und dem Sägeblatt. Sie existiert in den verschiedensten Ausführungen.



Einstreichsäge: Sie dient zum Einschneiden schmaler Schlitz in Holz.

Außerdem gibt es in der Gruppe der Handsägen noch die Stichsägen und die Laubsägen.

## Maschinensägen

Maschinenbügelsäge: Bei der Maschinenbügelsäge wird das Sägeblatt mechanisch über einen Kurbeltrieb oder hydraulisch mithilfe eines automatisch abgehobenen Rückhubs angetrieben.

Metallbandsäge: Hier wird der Schnitt durch ein endloses Metallband ausgeführt. Durch die geringen Sägebanddicken ist auch der Werkstoffverlust gering.

Metallkreissäge: Sie dienen für schwere Schnitte, z.B. bei U-Stählen.



### 12.2.3 Richtig gemacht!

- Spanne das Werkstück fest und kurz ein.
- Das Sägeblatt muss straff eingespannt sein. Die Zähne müssen in die Stoßrichtung zeigen.
- Nutze bei der Sägearbeit das gesamte Sägeblatt, weil es sich sonst ungleichmäßig abnützt, was zur Stufenbildung führt und bewirkt, dass sich die Säge beim Arbeiten leicht „verspießt“.
- Das Ansägen sollte immer mit nach vorne geneigter Säge (ca. 10°) erfolgen.
- Am besten sägt es sich, wenn man folgende Regel beachtet: Vorwärtshub – leichter Druck, Rückwärtshub – ohne Druck.
- Säge dünne Rohre nicht in einer Lage durch, sondern schrittweise: Spanne das Rohr nach einem Sägegang aus, drehe das Rohr um ca. 120° und spanne es wieder ein. Dadurch greift das Sägeblatt auf der ganzen Fläche – ein Klemmen des Sägeblattes wird somit verhindert.
- Reicht bei tiefen Einschnitten die Höhe des Sägebogens nicht aus, hilft es, das Sägeblatt um 90° verdreht einzuspannen.

## 12.3 Meißeln

Mit dem Meißel kann man trennen (spanlose Bearbeitung) und Flächen grob bearbeiten (spanabhebende Bearbeitung). Ein Meißel besteht aus einem verjüngten Kopf, der am Ende ballig ist, einem an den Schmalseiten gerundeten Schaft und aus einer keilförmigen, gehärteten Scheide.

### 12.3.1 Meißelarten

Grundlegend unterscheidet man vier Meißelarten

Flachmeißel: dient zur Spanabnahme und zum Trennen, darüber hinaus zum Verputzen von Gussstücken und Schweißnähten. Der Flachmeißel hat eine breite, gerade Schneide.



Kreuzmeißel: wird zur Herstellung schmaler Nuten verwendet. Daher hat er eine kurze, quer zum Meißelschaft stehende Schneide.



Aushaumeißel: wird zum Heraustrennen von Blechteilen verwendet. Er besitzt eine breite bogenförmige Schneide.

Trennstemmer: kommt beim Durchtrennen von Stegen zwischen Bohrungen zum Einsatz. Er hat vier gerade Schneiden, die sich an allen Seiten zum Schaft hin verjüngen.



Außerdem gibt es noch Nutenmeißel (zum Aushauen von Schmiernuten in Lagerschalen) und Lochmeißel (zum Ausschlagen von Dichtungen).

Für Elektroinstallationen benutzt man einen Elektrikermeißel. Dieser wird verwendet, um beim Setzen von Installationsdosen Unregelmäßigkeiten im Mauerwerk zu beseitigen. Die Ausbildung von vertikalen und





## Fachkunde

horizontalen Leitungsschlitzten erfolgt durch Fräsen (Mauernutfräse) oder Stemmen der Schlitzte aus dem Ziegelmauerwerk mit dem Meißel.

### 12.3.2 Richtig gemacht!

- Verwende eine Schutzbrille oder einen Schutzschirm.
- Der Meißelkopf darf keinen Grat aufweisen.
- Richte den Blick auf die Schneide.
- Die Bearbeitungsrichtung muss in Werkstückkantennähe gewechselt werden.

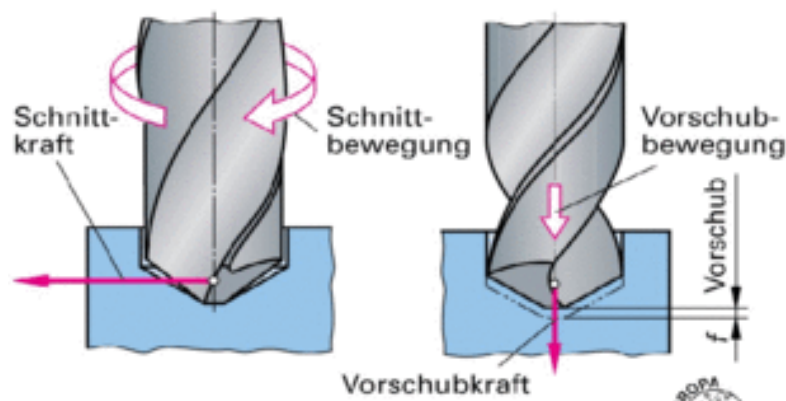
## 12.4 Bohren

Bohren ist ein Fertigungsverfahren mit mehrschneidigen Werkzeugen. Es dient zur Herstellung runder, zylindrischer Bohrungen.

Beim Bohren führt der Bohrer eine kreisförmige Schnittbewegung und gleichzeitig eine geradlinige Vorschubbewegung in Richtung der Drehachse aus. Durch die Vorschubkraft dringen die Werkzeugschneiden in den Werkstoff ein. Die Schnittkraft wird durch die kreisförmige Schnittbewegung erzeugt.

Die Schneiddecken des Bohrers dringen somit entlang einer Schraubenlinie ins Werkstück ein. Dabei entstehen folgende Kräfte:

- Vorschubkraft  $F_f$ : Sie bewirkt das Eindringen der Werkzeugschneiden in das Werkstück.
- Schnittkraft  $F_s$ : Diese wird durch die kreisförmige Schnittbewegung erzeugt.



Dabei sind die Schnittgeschwindigkeit  $v_c$  und der Vorschub  $f$  abhängig vom:

- Schneidstoff des Bohrers
- Werkstoff des Werkstückes
- Bohrerdurchmesser

Die Schnittgeschwindigkeit kann nun entweder aus einer Tabelle entnommen werden oder mit folgender Formel berechnet werden:

## Fachkunde

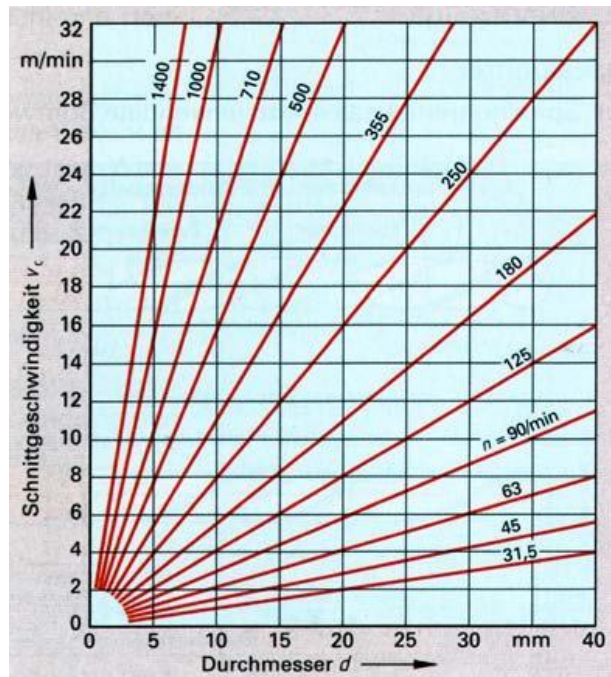
$$v_c = d \times \pi \times n$$

Als Faustregel zur Schnittgeschwindigkeit gilt: Je härter der Werkstoff, desto langsamer, und je größer der Bohrerdurchmesser, desto langsamer.

Richtwerte für Spiralbohrer aus HSS				
Werkstoff	Bohrtiefe	V <sub>c</sub> = m/min	f in mm je Umdrehung für	
			d = 4 - 10 mm	d = 12,5 - 25 mm
Unlegierter Stahl bis R <sub>m</sub> = 700 N/mm <sup>2</sup>	bis 5d	32	0,08 - 0,16	0,20 - 0,31
	5 bis 10d	25	0,06 - 0,12	0,16 - 0,25
Unlegierter Stahl über R <sub>m</sub> = 700 N/mm <sup>2</sup>	bis 5d	20	0,08 - 0,16	0,20 - 0,31
	5 bis 10d	16	0,06 - 0,12	0,16 - 0,25
Legierter Stahl über R <sub>m</sub> = 1000 N/mm <sup>2</sup>	bis 5d	12	0,05 - 0,10	0,12 - 0,20
	5 bis 10d	10	0,04 - 0,08	0,10 - 0,16
Gusseisen über R <sub>m</sub> = 250 N/mm <sup>2</sup>	bis 5d	16	0,10 - 0,20	0,25 - 0,40
	5 bis 10d	12,5	0,08 - 0,16	0,20 - 0,31
Temperguss und Kugel- grafitguss	bis 5d	20	0,10 - 0,20	0,25 - 0,40
	5 bis 10d	16	0,08 - 0,16	0,20 - 0,31
Al-Knetlegierungen	bis 5d	63	0,12 - 0,25	0,25 - 0,50
	5 bis 10d	50	0,10 - 0,20	0,25 - 0,40

Die zulässige Drehzahl wird aus dem Drehzahlschaubild entnommen oder bei bekannter Vorschubgeschwindigkeit aus der Formel  $v_c = d \times \pi \times n$

Die Vorschubgeschwindigkeit ist jene Geschwindigkeit, mit der sich der Bohrer nach unten bewegt. Die Schnittgeschwindigkeit ist dagegen jene Geschwindigkeit, mit der sich ein Punkt an der Bohrereaußenseite bewegt. (Sie ist übrigens an den Schneidecken am größten!)



#### 12.4.1 Kühl- und Schmierstoffe

Sie haben einerseits die Aufgabe, die Berührung zwischen aufeinander gleitenden Teilen zu verhindern und so die Reibung zu minimieren, andererseits dienen sie dazu, die trotz allem entstehende Wärme abzuführen und die Spanabfuhr zu erleichtern.

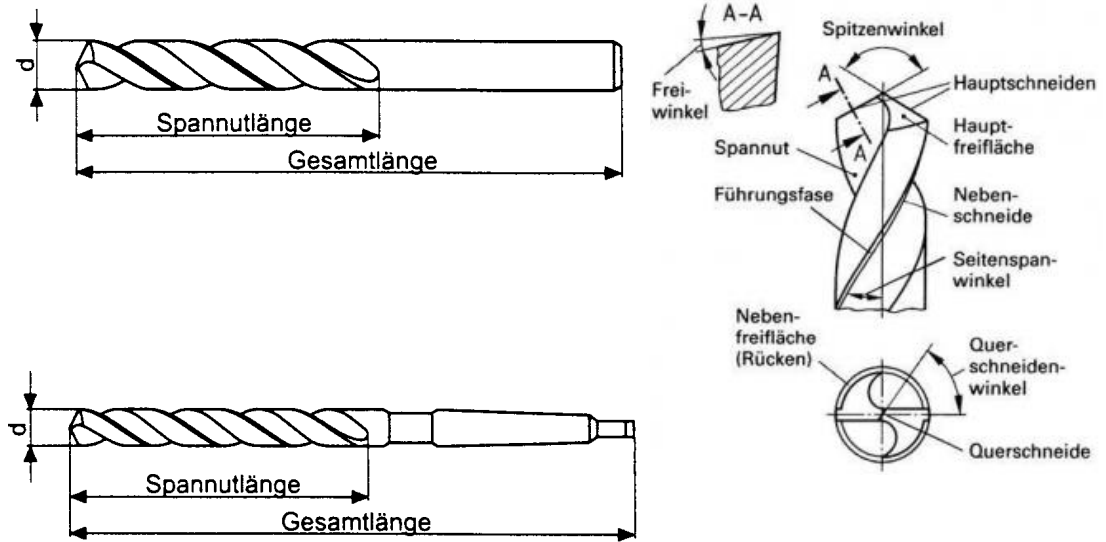
Die Auswahl des geeigneten Kühl-Schmierstoffes ist abhängig von

- dem Bearbeitungsverfahren
- der Zerspanbarkeit des Werkstoffes
- der erforderlichen Maßgenauigkeit und Oberflächengüte
- der Wärmeempfindlichkeit des Schneidstoffes.

#### 12.5 Der Spiralbohrer

Dieser ist der meistverwendete Bohrer. Er besteht meist aus Schnellarbeitsstahl (HSS) oder Hartmetall (HM). Der Spiralbohrer kann mit Zylinderschaft, abgesetztem Zylinderschaft oder mit Morsekegelschaft ausgeführt sein.

## Fachkunde



12.5.1 Grundsätzlich gibt es drei Typen von Spiralbohrern

<b>Weiche Werkstoffe</b> (langspanend) Alu, Alulegierungen, weiches Kupfer, Zink, weiche Kunststoffe Spitzenwinkel von $130^\circ$	Typ <b>W</b> $\gamma = 27^\circ - 45^\circ$
<b>Normale Werkstoffe</b> Stahl, Grauguss, Stahlguss Spitzenwinkel von $118^\circ$	Typ <b>N</b> $\gamma = 19^\circ - 40^\circ$
<b>Harte Werkstoffe</b> (kurzspanend) Messing, Bleibronze, Magnesium Spitzenwinkel von $118^\circ$	Typ <b>H</b> $\gamma = 10^\circ - 19^\circ$

12.5.2 Winkel an den Bohrerschneiden

Bei jeder Schneide gibt es folgende Winkel

- $\alpha$  = Freiwinkel
- $\beta$  = Keilwinkel
- $\gamma$  = Spanwinkel



### 12.5.3 Vorteile des Spiralbohrers

- günstige Schneidwinkel
- Durchmesser bleibt beim Nachschleifen gleich
- gute Führung im Werkstück
- gute Einspannmöglichkeit
- gute Zufuhr des Kühlschmierstoffes
- die Spanabfuhr aus der Bohrung erfolgt selbsttätig

### 12.5.4 Spiralbohrerarten

- kurzer Spiralbohrer
- Extra kurzer Spiralbohrer
- Langer Spiralbohrer
- Überlanger Spiralbohrer
- Linksspiralbohrer
- Doppelspiralbohrer



### 12.5.5 Richtig gemacht

- der Bohrer soll bis zum Anschlag in das Bohrfutter geschoben werden
- spanne den Bohrer fest und zentrisch ein
- prüfe danach den Rundlauf. Der Bohrer darf nicht schlagen.
- die Werkstücke sind fest einzuspannen und gegen ein Herumreißen zu sichern
- Bohrschaft, Bohrfutter und Auflagefläche müssen vor dem Bohrvorgang immer sauber sein.
- Bohrung anreißen und Bohrungsmittelpunkt mit einem dosierten Schlag ankörnen.
- bei größeren Bohrungen Kontrollkreis um den Bohrungsmittelpunkt ziehen und vorbohren.
- während des Bohrens soll ein geeigneter Kühlschmierstoff verwendet werden.

## 12.6 Gewindeschneiden

Als Gewinde bezeichnet man eine Rille, die sich in Form einer Schraubenlinie um einen zylindrischen Körper windet.

### 12.6.1 Einteilung der Gewinde

Nach Lage des Gewindes: Außengewinde, Innengewinde

Nach dem Verwendungszweck: Befestigungsgewinde, Bewegungsgewinde

Nach dem Drehsinn: Rechtsgängige Gewinde, Linksgängige Gewinde

Nach der Gängigkeit: Eingängiges Gewinde, mehrgängiges Gewinde

Nach dem Gewindeprofil: Spitzgewinde, Trapezgewinde, Sägegewinde, Flachgewinde

### 12.6.2 Gewindeabmessungen

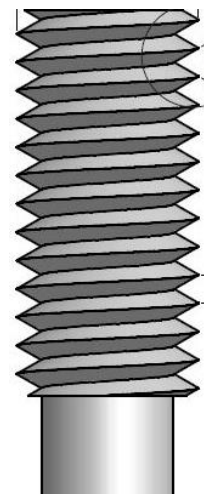
$d$  = Gewinde-Nerndurchmesser

$d_1$  = Kerndurchmesser

$d_2$  = Flankendurchmesser

$p$  = Steigung

$\alpha$  = Flankenwinkel ( $60^\circ$ )



### 12.6.3 Richtig gemacht!

- Anreißen und Körnen des Mittelpunktes
- Dann muss das Kernloch gebohrt werden. Für metrische ISO-Gewinde entspricht der Bohrdurchmesser dem Gewindedurchmesser minus Steigung (Gewindedurchmesser mal 0,8)
- Gewindekernloch mit einem Kegelsenker aussenken. Dies muss erfolgen, weil durch den Gewindebohrer der Werkstoff herausgequetscht wird. Das Ansenken dient dem besseren „Anbeißen“ des Gewindebohrers.
- Meist wird ein dreiteiliger Gewindebohrersatz verwendet. Dabei ist auf die Reihenfolge zu achten:
  - Vorschneider (Kennzeichnung durch einen Ring)
  - Mittelschneider (Zwei Ringe)
  - Fertigschneider (drei oder kein Ring)
- Beim Schneiden des Gewindes soll häufig zurückgedreht werden, um die Späne zu brechen.
- Verwende ein Schneidöl. Es bewirkt eine höhere Oberflächengüte und eine höhere Standzeit des Bohrers.
- Setze den Gewindebohrer genau axial an – als Hilfsmittel dient der Flachwinkel.

### 12.6.4 Metrisches ISO-Gewinde

Nenn-durch-mes-ser in mm	Steigung in mm	Kerndurchmesser in mm	Bohrdurchmesser in mm
M5	0,8	4,13	4,2
M6	1,0	4,92	5,0
M8	1,25	6,65	6,8
M10	1,5	8,38	8,5
M12	1,75	10,11	10,2



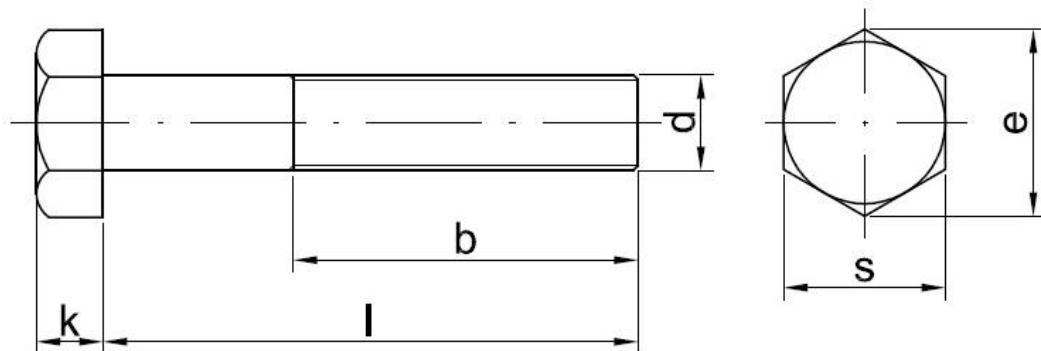
## 13 Schraubenverbindungen

Eine der häufigsten Verbindungsarten sind die Schraubenverbindungen. Diese zählen zu den lösbaren Verbindungen.

Eine Schraubenverbindung kann entweder als Durchsteckschraube (Schraube, Mutter und Sicherungselement), als Einziehschraube (Schraube und Sicherungselement) oder als Stiftschraube ausgeführt werden.

### 13.1 Schraubenbezeichnungen

Generell können Schrauben wie folgt bezeichnet werden



k = Kopfhöhe

l = Schaftlänge

b = Gewindelänge

d = Gewindedurchmesser

s = Schlüsselweite

e = Eckmaß am Kopf

### 13.2 Stiftschrauben

Man verwendet sie, wenn die Verbindung häufig gelöst werden muss. Daher ersetzt eine Mutter den Schraubenkopf.

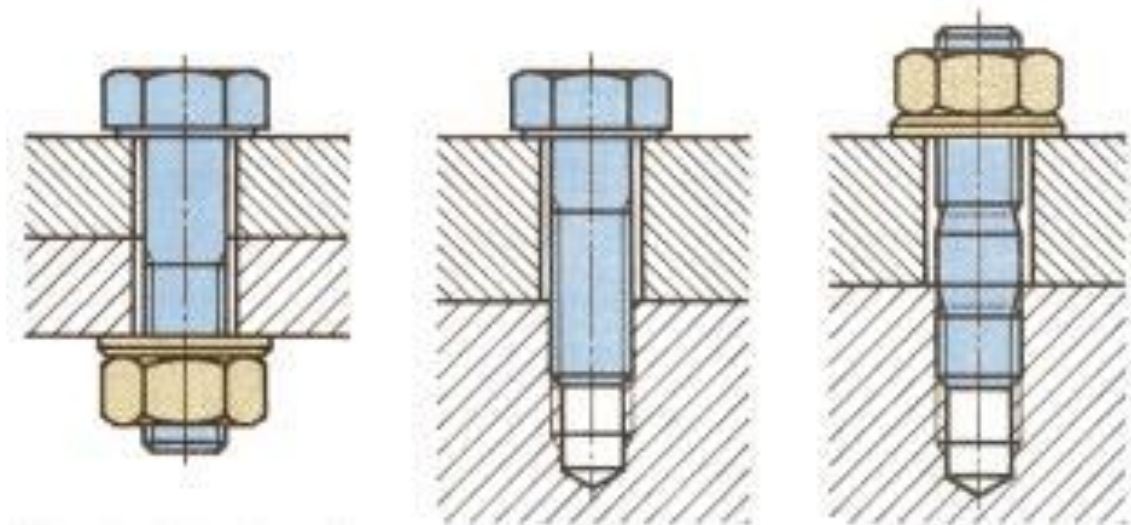
Die Bezeichnung einer Stiftschraube mit  $d = M12$ ,  $l = 80$  mm und Festigkeitsklasse 5.6 lautet: ÖNORM M5151 M 12 x 80-5.6

### 13.3 Einziehschrauben

Sie verbinden Bauteile mit anderen Werkstücken. In diesen befindet sich auch ein Innengewinde und so erfolgt die Verschraubung.

### 13.4 Durchsteckschrauben

Sie pressen die zu verbindenden Teile durch ein Anziehen der Mutter zusammen.



Durchsteckschraube

Einziehschraube

Stiftschraube

### 13.5 Schraubenarten

Schrauben unterscheiden sich durch ihre Form durch ihre Gewindemaße durch den Werkstoff aus dem sie gefertigt sind, und durch die Qualität ihrer Ausführung. Das Standardmaterial für Schrauben normaler Beanspruchung ist Stahl.

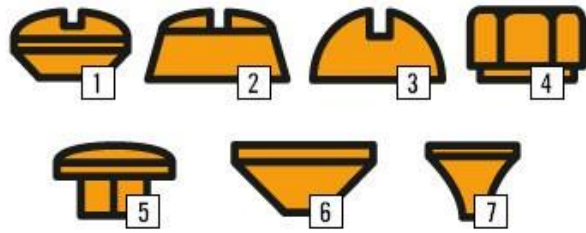
Nach Fertigung der Schraube wird diese verzinkt. Als weitere Materialien für die Schraubenproduktion werden Edelstahl sowie Messing verwendet.

Schraubenverbindungen sind meistens großen Kräften ausgesetzt. Die Haltbarkeit dieser Verbindung hängt also vom Material ab, aus der die Schraube hergestellt ist.

Die Festigkeitsklasse ist meist am Schraubenkopf eingeschlagen und gibt die Festigkeit an.

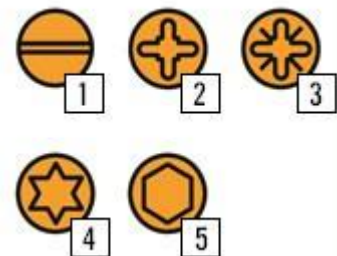
### 13.6 Kopfformen

- \_\_\_ Halbrundkopf
- \_\_\_ Senkkopf
- \_\_\_ Trompetenkopf
- \_\_\_ Linsenkopf
- \_\_\_ Sechskantkopf
- \_\_\_ Flachrundkopf mit Vierkantansatz
- \_\_\_ Pan Head
- \_\_\_ Zylinderschrauben mit Innensechskant



### 13.7 Schlitzformen

- \_\_\_ Pozidrive-Kreuzschlitz (Uni-Allzweckschrauben)
- \_\_\_ Philips-Kreuzschlitz (Schnellbau-, Blechschauben)
- \_\_\_ Längsschlitz (Holzschrauben)
- \_\_\_ Torx
- \_\_\_ Innensechskant
- \_\_\_ Sechskant



### 13.8 Schraubendreher

Unter einem Schraubendreher, im Alltag fälschlicherweise auch als „Schraubenzieher“ bezeichnet, versteht man ein Handwerkzeug zum Schrauben, Festziehen und Lösen von Schrauben. Für Elektriker ist die isolierte Ausführung bis 1000 Volt die geeignetste. Man unterscheidet generell Schraubendreher nach ihrer Schlitzform entsprechend den verwendeten Schrauben.

### 13.9 Schraubensicherungen

Es gibt grundsätzlich drei Arten von Schraubensicherungen:

- Kraftschlüssige Verbindungen
- Formschlüssige Verbindungen

- Stoffschlüssige Verbindungen

Bei den kraftschlüssigen Verbindungen wird zwischen den zu verbindenden Teilen ein starker Druck erzeugt. Dadurch erhöht sich die Reibung und das Lösen der Teile voneinander wird erschwert.

Bei den formschlüssigen Verbindungen erfolgt die Sicherung durch ein Element welches erst entfernt werden muss, um die Sicherung wieder zu lösen.

Bei den stoffschlüssigen Verbindungen ist es sogar notwendig, das Sicherungselement zu zerstören um die Verbindung wieder zu lösen.

### 13.10 Unterlegscheiben

- Einfache Unterlegscheiben oder Spannscheiben dienen zum Sichern und Schützen bei Verschraubungen
- Karoseriescheiben sorgen für mehr Anpressfläche an dünnem oder weichem Material bedingt durch den größeren Außendurchmesser.
- Rosetten sorgen für festen Sitz bei Senk- und Linsenkopfschrauben und für ein besseres Aussehen.
- Fächerscheiben verriegeln sich beim Festdrehen der Schrauben oder Muttern mit der Oberfläche der Bauteile.
- Federringe dienen zur Sicherung von Metallverschraubungen.

### 13.11 Muttern

- Sechskantmuttern werden für alle Standardverbindungen verwendet.

## Fachkunde

- Hutmuttern  
finden bei Standardverbindungen bei gleichzeitigem Abdecken des Gewindeendes Verwendung.
- Flügelmuttern  
sind für von Hand lösbare Verbindungen gedacht.

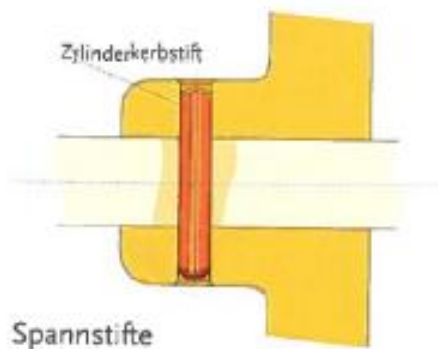
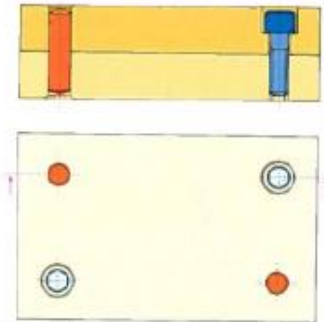


## 14 Stiftverbindungen

Mit Stiften werden lösbare Verbindungen hergestellt.

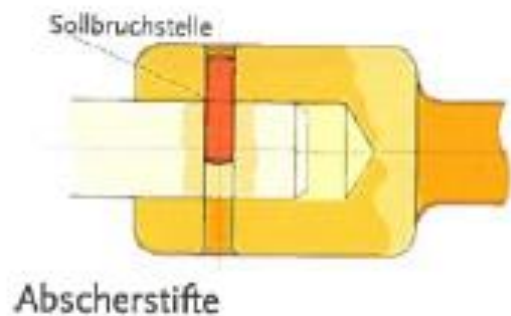
### 14.1 Verwendung von Stiften

Passtifte zur Lagersicherung haben die Aufgabe, zwei Bauteile in ihrer Lage zueinander zu fixieren. Dadurch wird das Zusammenbauen erleichtert und ein seitliches Verschieben der Teile gegeneinander verhindert.



Spannstifte zur form- bzw. kraftschlüssigen Verbindungen dienen zum Übertragen von kleinen Kräften und werden statt Schrauben verwendet, da sie einerseits billiger sind und andererseits den Querschnitt kaum schwächen.

Abscherstifte zur Verhinderung von Schäden an Bauteilen sind z.B. zwischen Antrieb und Arbeitsspindel eingebaut und werden bei Überbeanspruchung abgeschert. Dadurch wird die Verbindung unterbrochen und es kommt zu keinen größeren Schäden.



### 14.2 Zylinderstifte

Werden meist mit blank gezogener oder geschliffener Oberfläche hergestellt. Sie sind genormt und werden meist als Passstifte verwendet. Bei der Bezeichnung werden folgende Angaben gemacht:

Form, Durchmesser, Länge und Werkstoff.



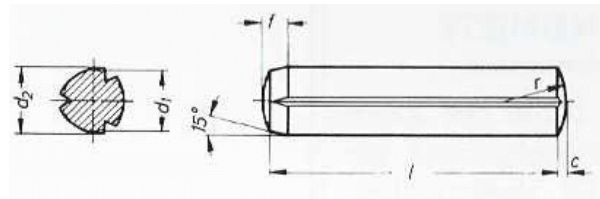
### 14.3 Kegelstifte

Kegelstifte sind ebenfalls genormt und lassen sich leichter einpassen als Zylinderstifte. Sie werden als Befestigungsstifte für Teile verwendet, deren Verbindung öfter gelöst werden muss. Bei der Bezeichnung werden folgende Angaben gemacht: Form, kleiner Kegeldurchmesser, Länge und Werkstoff.



### 14.4 Kerbstifte

Kerbstifte sind günstiger als die anderen Stiftarten und lassen sich leicht einpassen. Die Bohrung für das Einpassen eines Kerbstiftes



muss im Gegensatz zu den vorher genannten Formen nicht gerieben werden. Kerbstifte werden zum Fügen gering beanspruchter Bauteile verwendet. Beim Eintreiben verformen sich die drei Längskerben in ihrem Umfang.

## 15 Nietverbindungen

Nietverbindungen zählen zu den unlösbaren Verbindungen. Sie werden in drei Klassen eingeteilt

- Feste Nietverbindungen (Kran- und Brückenbau)
- Feste und dichte Nietverbindungen (Druckbehälterbau)
- Dichte Nietverbindungen (Behälterbau bei Silos)

Grundsätzlich sollen Nieten aus dem gleichen Werkstoff wie die Bauteile sein, um einer elektrochemischen Korrosion und Lockerung durch ungleiche Wärmeausdehnung vorzubeugen.

Die Einteilung von Nieten kann nach der Ausführung des Schaftes, nach der Kopfform und nach dem Verfahren beim Nieten erfolgen.

### 15.1 Einteilung nach Nietschaft

- Vollnieten (voller Schaft)
- Hohl- bzw. Rohrnieten (hohler Schaft)
- Halbhohnnieten (angebohrter Schaft)

### 15.2 Einteilung nach Nietkopf

Linsenkopfnieten

Flachrundnieten

Flachsenknieten

Hohnnieten

Halbhohnnieten

### 15.3 Blindnieten

Ein Blindniet ist eine spezielle Form von Niet. Er besteht aus einer Niethülse mit Setzkopf und dem kugeligen Nietdorn. Der Blindnietvorgang erfordert nur den Zugang zu einer Seite der verbindenden Bauteile. Dabei wird der Blindniet durch



## Fachkunde

die Bohrung so eingeführt, dass der Dorn herausragt. Dieser wird mit einer Blindnietzange herausgezogen und dadurch eine Stauchung und Aufweitung des Niets bewirkt. Der Dorn wird innerhalb des Nietkörpers an einer Sollbruchstelle abgerissen und ragt so nicht aus dem Niet hervor.

### 15.4 Richtig gemacht

- Nietstelle nach Vorgabe anreißen, körnen, bohren und entgraten
- Niete im rechten Winkel zum Material aufsetzen und in die Bohrung einführen. Die Niete sollte dabei etwa einen Nietdurchmesser über die zu verbindenden Teile stehen.
- Nietzange im rechten Winkel über den Nietdorn schieben. Den Zangenkopf auf die Niete und den Nietsetzkopf auf die Nietfläche pressen.
- Schenkel der Nietzange langsam und gleichmäßig zusammenpressen.
- Nietzange nachsetzen und wieder zusammenpressen bis der Dorn bricbricht.