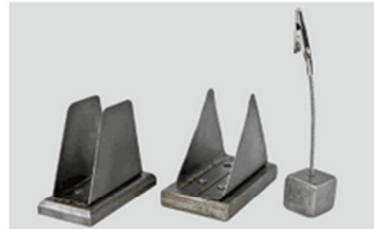


Übersicht schriftliche Prüfung Technik (RS/WRS) am 21.05.2026

Pflichtteil A (36 Punkte)				Wahlteil B (24 Punkte)		
Die Bereiche A1 und A2 müssen vollständig bearbeitet werden.				Von den 3 Bereichen werden 2 Bereiche in der Prüfung angeboten. Von diesen beiden darf der Schüler einen Bereich auswählen.		
A1 (15 P)	A2			Mobilität	Versorgung und Entsorgung	Bautechnik
	E-Technik (7 P)	Elektronik (7 P)	Maschinentechnik (7 P)			
Konstruieren mit Kunststoff	Anwendung von Nutzern in Reihen- und Parallelschaltung	Aufbau und Funktion von elektronischen Schaltungen am Beispiel der Hell- bzw. Dunkelschaltung	Demontage und Remontage von technischen Gegenständen	Elektromobilität	Energiegewinnung aus der Sonne	Brücken- und Fachwerkbauten
Ich kann... ... Werkzeuge nach Einsatzzweck unterscheiden und Bearbeitungstechniken für Kunststoffe beschreiben (S. 61; S. 68 - 70) ... Sicherheitsregeln beachten (S. 8 - 11; S. 34 - 35) ... die Hauptgruppen von Kunststoffen unterscheiden und deren Eigenschaften nennen (S. 30 - 31) ... Fertigungsskizzen lesen und erstellen (S. 46 - 53) ... Arbeitsschritte planen (S. 44 - 45) ... Werkstücke planen und konstruieren (S. 92 - 93)	Ich kann... ... Schaltpläne und Schaltzeichen lesen und erstellen (S. 140 - 141; S. 300) ... die Gesetzmäßigkeiten in Reihen- und Parallelschaltung nennen, berechnen und anwenden (S. 142 - 149; S. 159)	Ich kann... ... Schaltzeichen und Schaltpläne lesen und erstellen. (S. 140-141; S. 300) ... den Aufbau und die Funktion eines Transistors beschreiben. (S. 156 - 157) ... Funktion und Einsatzzweck einer Hell- bzw. Dunkelschaltung beschreiben (S.170 - 171) ... Bauteile beschreiben (S. 154 - 155)	Ich kann... ... Arbeitsschritte bei der Demontage und Remontage planen (S. 104 - 107) ... Sicherheitsregeln nennen (S. 104) ... die Notwendigkeit von Demontage und Remontage benennen (S. 104 - 107)	Ich kann... ... den Aufbau und die Funktionsweise eines Elektromotors beschreiben (S. 114 - 115) ... Hybridfahrzeuge beschreiben (S. 114 - 115) ... die Auswirkungen der Elektrifizierung in der Mobilität auf Menschen, Natur und Gesellschaft erläutern (S. 110 - 111; S. 114 - 115)	Ich kann... ... die Bedeutung der Sonne in der Architektur beschreiben (S. 184) ... Aufbau und Funktion einer Solarkollektoranlage beschreiben (S. 202 - 203) ... den Einsatz und Nutzen einer Photovoltaikanlage beschreiben (S. 206 - 207) ... Vor- und Nachteile im Vergleich zu fossilen Energieträgern nennen (S. 230 - 231; S. 247) ... verschiedene Solarkraftwerke beschreiben (S. 236 - 237)	Ich kann... ... Lasten und Kräfte in Fachwerkstrukturen beschreiben (S. 186 - 189) ... verschiedene Brückenkonstruktionen und deren Zweck nennen (S. 210 -211) ... Merkmale und Materialien verschiedener Brückenkonstruktionen beschreiben (S. 210-211) ... die Stabilität verschiedener Profile und Materialien begründet einschätzen (S. 212 - 215)
Bearbeitungszeit: 90 Minuten; Hilfsmittel: Taschenrechner (Mathe); Buchseiten beziehen sich auf „Prisma Technik 7 – 10“ (Klett)						

Fügen von Metall und Kunststoff



1 Gegenstände aus Metall

Gegenstände aus Metall und Kunststoff können geschraubt, genietet oder geklebt werden. Doch wie funktioniert dies alles?

Mit oder ohne Mutter

Metallteile können mit oder ohne Mutter verschraubt werden. Dabei werden die zu verbindenden Metallteile aneinandergepresst.

Gewusst wie:

- Arbeitest du mit Schraube und Mutter, muss das Außengewinde der Schraube exakt in das Innengewinde der Mutter passen.
- Willst du die Schraube direkt in zwei Metallteile drehen, muss eines der Teile ein Gewinde haben. Mit einem Gewindebohrer kannst du selbst ein passendes Gewinde in das Metall schneiden (► S. 66/67).
- Blechschrauben und Bohrschrauben können ihr Gewinde in Bleche selbst schneiden. Dabei muss die Bohrung kleiner sein als der Gewindedurchmesser.



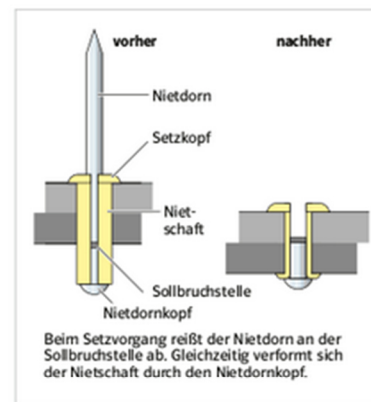
3 Verschiedene Schraubenkopfformen

Gewinn trotz Niete

Eine Nietverbindung kann nur gelöst werden, wenn der **Niet** zerstört wird. Dafür ist diese Verbindung billiger als Schrauben und schnell und einfach herzustellen. Durch ihre hohe Dauerschwingbelastung wird sie gerne auch im Brücken- und Flugzeugbau eingesetzt.

Gewusst wie:

- Das Bohrloch sollte knapp passen.
- Wähle den Nietschaft im Vergleich zur Dicke der beiden Bleche doppelt so groß.
- Zieh den Dom mit der Nietzange ein, bis er an der Sollbruchstelle abbricht.

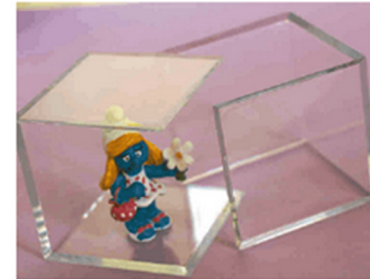


4 Blindniet



5 Nietzange und Blindniet

- ✗ Durch Nieten lässt sich Metall schnell, günstig und unlösbar fügen.
- ✗ Die Eigenschaften von Kunststoffen können sehr unterschiedlich sein und entscheiden darüber, wie er gefügt werden kann.



6 Kunststoff kleben

Erst weich, dann hart

Metalle und Kunststoffe werden mit einem Zweikomponenten-Kleber verbunden, der jeweils aus Harz und einem Härter besteht. Achte darauf, einen für den Werkstoff jeweils geeigneten Kleber zu benutzen, und halte dich an die Gebrauchsanweisung.

Gewusst wie:

- Ein vorheriges Anschleifen der Werkstoffe erhöht die Klebekraft.
- Die Flächen müssen frei von Öl, Fett, Staub und Schmutz sein.
- Eine Einspannvorrichtung erleichtert dir exaktes Arbeiten.
- Das Aneinanderpressen der Klebeflächen unterstützt das Aushärten.

Sorge für gute Belüftung, wenn du mit Klebstoffen arbeitest! Beachte die Gebrauchsanleitung und Sicherheitshinweise!

Stoff gleich Stoff

Die Eigenschaften des Kunststoffs sind ausschlaggebend für weitere mögliche Fügeverfahren. **Thermoplaste** lassen sich durch Hitzeeinwirkung fügen. Ein Laminiergerät oder Folienschweißgerät für Gefrierbeutel funktioniert nach diesem Prinzip. Damit das Material an der Schweißstelle plastisch wird, sollte die Temperatur des Laminiergeräts ca. 200°C betragen. Thermoplastische Kunststoffe lassen sich auch schrauben. Eine Schraube mit selbst geschnittenem Innengewinde ist allerdings nicht besonders belastbar.

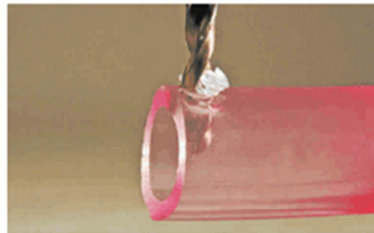
Duroplaste können wie Metall geschraubt werden, wenn man ein Gewinde bohrt oder eine Mutter verwendet. Für Nieten ist das Material weniger geeignet, da es zu spröde ist und leicht bricht.

Beruf: Metallbauer/in

„Ich bin Metallbauerin mit der Fachrichtung Konstruktionstechnik. Zu meinen Aufgaben gehört das Montieren von Überdachungen, Fassadenelementen, Toren oder auch Schutzgittern aus verschiedenen Metallen. Besonders viel Spaß macht mir mein Beruf, wenn ich auf Kundenwunsch spezielle Einzeltücke anfertigen kann. Natürlich halte ich auch alles instand, was ich einmal konstruiert oder montiert habe.“



Trennen von Kunststoff



1 Kunststoff bohren

Kunststoffe kannst du häufig mit den gleichen Werkzeugen und Maschinen bearbeiten, die du für Holz und Metall verwendest. Kunststoffe leiten die entstehende Reibungswärme schlecht weiter, daher schmelzen sie beim Bohren, wenn du zu schnell bohrst.

Kunststoff sägen und scheren

Gerade Schnitte sägst du mit der Feinsäge oder mit der kleinen Bügelsäge, gebogene Schnitte mit der Laubsäge. Auch mit der Dekupiersäge kannst du Kunststoffe sägen. Achte darauf, dass du nicht zu hastig sägst. Der Kunststoff erwärmt sich sonst zu stark und schmilzt, dadurch verklebt das Sägeblatt, die Säge verklemmt sich und kann nicht mehr frei schneiden. Dünne Kunststoffplatten kannst du mit der Hebelblechschere trennen.

- Benutze zum Einspannen Gummischutzbacken, damit der Kunststoff nicht zerkratzt.
- Entferne die Schutzfolie erst vor dem Polieren.

Ritzen und brechen

Kunststoffplatten kannst du ritzen und dann über eine Kante brechen (ritzbrechen).

Gewusst wie:

- Zeichne die Trennlinie mit einem wasserfesten Filzstift auf.
- Lege die Platte an der Trennlinie auf eine gerade Tischkante.
- Spanne zur geraden Führung an der Trennkante bündig ein Brett ein. Wenn du geübt bist, kannst du auch an einem Stahllineal entlang ritzen.
- Ritze mit einem Schneidmesser mehrmals an der Brettkante entlang (etwa halbe Plattendicke) 2.
- Brich den überstehenden Teil vorsichtig ab.

Trage beim Brechen des Kunststoffs immer Schutzbrille und Schutzhandschuhe.



2 Ritzbrechen einer Kunststoffplatte

- ✗ Wegen Schmelzgefahr darfst du Kunststoff nur mit geringer Drehzahl bohren.
- ✗ Scharfe Kanten kannst du mit einer Ziehklinge abziehen.
- ✗ Eine Thermoäge darfst du nur mit maximal 24 Volt betreiben.



3 Abziehen mit der Ziehklinge

Versäuern der Kanten

Rundungen feilst du mit einer feinen Metallfeile. Auch scharfe Kanten kannst du mit der Feile brechen oder mit der Ziehklinge abziehen. Dabei ziehst du die Ziehklinge im Winkel von 45°–60° schabend zu deinem Körper hin. Arbeite vorsichtig!

Kunststoff bohren

Kunststoff bohrst du am besten mit speziellen Kunststoffbohrern. Falls es in eurer Schule keine Kunststoffbohrer gibt, kannst du auch Holzbohrer verwenden.

Um zu vermeiden, dass dein Werkstück bricht, benutzst du eine Holzunterlage beim Bohren.

Kunststoff darfst du nur mit einer geringen Drehzahl und ohne Druck bohren, sonst läuft der Bohrer heiß und das Material verklebt. Scharfkantige Bohrlöcher entgratest du mit dem Senker.

Durch Wärme trennen

Hartschaumplatten aus Polystyrol wie z. B. Styropor kannst du mit einer Thermoäge trennen. Elektrischer Strom fließt durch den Heizdraht im Gerät und der Heizdraht erwärmt sich. Die Hartschaumplatte schmilzt an der erwärmten Stelle und wird dadurch getrennt 4.

- Betreibe die Thermoäge mit maximal 24 Volt!
- Berühre nicht den heißen Draht!
- Lüfte gut!



4 Trennen mit der Thermoäge

Weißt du noch alle Regeln zum Bedienen einer Bohrmaschine? Vergewissere dich und lies auf Seite 34/35 nach.

Umformen von Kunststoff und Metall

- ✗ Thermoplaste lassen sich durch Wärme umformen.
- ✗ Zum Warmumformen musst du immer Handschuhe tragen.
- ✗ Metall kannst du durch Kaltumformen bearbeiten.



1 Durch Biegeumformen hergestellter Stifthalter mit Notizblock

Beim Umformen werden Metalle oder Kunststoffe gezielt in eine andere Form gebracht. Sie werden durch Biegen, Walzen, Ziehen, Schmieden und Tiefziehen bearbeitet. Dadurch entstehen Halbzeuge wie Bleche, Drähte, Rohre und Folien. Diese werden dann zu Werkzeugen oder Werkstücken weiterverarbeitet. Zum Umformen musst du bestimmte Werkzeuge und Maschinen benutzen.

Tiefziehen – nicht tiefstapeln

Dünne Platten aus Kunststoff kannst du, nachdem du sie erwärmt hast, mit einem Stempel in eine genau passende Form pressen. Dazu wird die Kunststoffplatte erwärmt. Ein Stempel drückt den erwärmten Kunststoff dann in die entsprechende Form. Diese Methode ist sinnvoll, wenn du mehrere gleiche Stücke herstellen willst. Karosserieteile für Autos, aber auch Joghurtbecher werden so hergestellt.



2 Warmumformen von Kunststoff

Hier biegt sich nur der Kunststoff

Thermoplaste wie Acrylglas (PMMA) lassen sich durch Wärme verformen. Beim **Warmumformen** erwärmst du die Biegezone mit einem Heizdraht oder mit einem Heißluftgebläse. Da Thermoplaste die Wärme schlecht weiterleiten, wird nur die Erwärmungszone weich. Ist die Zone erwärmt, in der das Werkstück gebogen werden soll, kannst du es durch Biegen, Drücken oder Ziehen in die richtige Form bringen. Nach dem Umformen musst du dein Werkstück so lange festhalten, bis es abgekühlt ist.

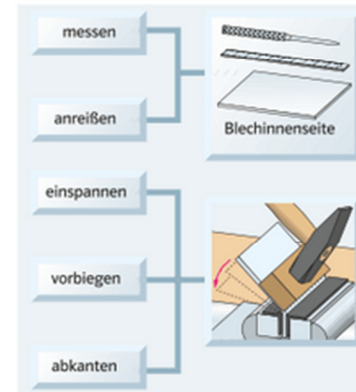
- Halte den Kunststoff nicht zu nah an die Wärmequelle, sonst kann er anschmoren oder schmelzen. Achte auf Blasenbildung, Rauchbildung und Gestank!
- Trage Schutzhandschuhe!



3 Tiefziehvorrichtung

Du musst dich nicht verbiegen

Zum Abkantem oder Biegen von Drähten und Blechen sind ein Schraubstock und eine Zange die einfachsten Hilfsmittel. Dünne Drähte werden mit der Rundzange (für runde Biegungen) oder Flachzange (für scharfkantige Biegungen) gebogen. Willst du mehrere gleiche Werkstücke aus Draht biegen, stellst du am besten eine Biegevorrichtung her. Bleche kann man im Schraubstock abkantem oder biegen 4.



4 So kantet man Bleche ab.



5 Ein Messingblech wird zu einer Schale getrieben.

Metalle treiben – nicht übertreiben

Metalle, die sehr zäh sind, wie Kupfer, Messing und Silber, bearbeitest du mit dem Treibhammer. So kannst du Schalen oder Becher herstellen 5. Als Arbeitsunterlage benutzt du einen Holzklotz mit einer Mulde. Von der Mitte aus setzt du Schlag um Schlag nebeneinander. Es entsteht eine flache Hohlform. Durch das Treiben wird das Metall in sich verschoben und verdichtet sich. Dabei wird es hart und spröde. Ab einem bestimmten Zeitpunkt lässt es sich nicht mehr weiterverarbeiten. Diese Tätigkeit nennt man **Kaltumformen**.

Wenn du die Schale jetzt mit einem Gasbrenner bis zum Rotglühen erhitzt, wird das Blech wieder weich und formbar. Es entsteht eine Zunderschicht, die beim Abschrecken mit Wasser wieder abspirgt. Zunderreste kannst du mit Stahlwolle entfernen.

Sicherheit im Technikraum



1 Sicherheitsregeln müssen beachtet werden!

Im Technikraum arbeitest du nicht nur mit Lineal und Bleistift, sondern auch mit scharfen und spitzen Werkzeugen. Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Arbeit an Maschinen. Damit du im Technikraum reibungslos und sicher arbeiten kannst, gibt es Regeln, die von allen Schülerinnen und Schülern eingehalten werden müssen.

Sicherheitszeichen

Im Technikraum sind viele Hinweisschilder zu finden. Diese Schilder gelten international und weisen auf Gefahren und Verbote, aber auch auf Rettungshilfen hin. Jeder sollte wissen, wo die Hilfsmittel 4 bis 7 im Technikraum zu finden sind.



4 Hier hängt ein Feuerlöscher.



5 Hier findest du eine Löschdecke.



6 Erste Hilfe



7 Nottelefon



2 Kehrverbot für Holzstaub



3 Abblasverbot für Holzstaub

Arbeitskleidung

Für die meisten Handwerksberufe gibt es Berufskleidung, z. B. Sicherheitsschuhe oder Schutzanzüge. Auch in der Schule solltest du zweckmäßige, eng anliegende und unempfindliche Kleidung sowie feste Schuhe tragen. Weite Ärmel, Ketten, Uhren und Ringe können sich in drehenden Maschinentteilen verfangen und dürfen deshalb nicht getragen werden. Lange Haare müssen zusammengebunden werden.

Umgang mit Holzstaub

Holzstäube können krank machen. Deshalb werden Technikräume nicht gekehrt, sondern gesaugt (mit Saugern der Staubschutzklasse M). Ein Besen darf nur für grobe Späne benutzt werden. Du darfst niemals Holzstaub oder Späne wegpusten! Schon kleine Holzsplitter können gefährliche Augenverletzungen verursachen. Du darfst Schleifpapier nie ausklopfen oder ausschlagen! Ihr müsst regelmäßig für einige Minuten durch weit geöffnete Fenster lüften, denn dadurch kommt neue Luft hinein und die Staubkonzentration nimmt ab.

- ✗ Arbeite konzentriert und vorsichtig.
- ✗ Holzstäube sind gefährlich, deshalb müssen sie abgesaugt werden.
- ✗ Trage zweckmäßige und sichere Kleidung und Schuhe.

Ordnung im Technikraum

Die Ordnung im Technikraum und am eigenen Arbeitsplatz ist eine wichtige Voraussetzung, um Unfälle zu vermeiden. Kleidungsstücke und Gegenstände wie Schultaschen sind gefährliche Hindernisse, über die man stolpern kann. Auch auf den Werkbänken muss Ordnung gehalten werden. Werkzeuge wie Messer, Sägen usw. können dich verletzen, wenn du mit ihnen herumrennst oder sie nicht sicher auf deinem Arbeitsplatz ablegst. Werkzeuge, Maschinen, Elektrizität oder Chemikalien – im Technikraum gibt es viele Gefahrenquellen. Am besten besprecht ihr gemeinsam, wie eure Technikraumordnung aussieht.

Stundenbeginn	Verhalten im Unterricht	Stundenende
Wir warten vor dem Technikraum, auch wenn der Raum offen ist.	Im Technikraum darf man nicht rennen oder andere schubsen.	Werkzeuge werden gereinigt und ordentlich zurückgeräumt.

8 Beispiele für Regeln im Technikraum

Im Gefahrenfall

- Melde eine Verletzung sofort deiner Lehrerin oder deinem Lehrer.
- Betätige bei Gefahren mit elektrischen Geräten sofort den NOT-AUS-Schalter.
- Achte auf deine eigene Sicherheit, wenn du anderen hilfst.

Rettungszeichen

Warnzeichen

Verbotszeichen

Brandschutzzeichen

Gebotszeichen

9 Verschiedene Arten von Sicherheitszeichen

Sicherheit am Arbeitsplatz

- ✗ Dein Arbeitsplatz muss immer ordentlich und sauber sein.
- ✗ Arbeite nie mit defekten Werkzeugen oder Maschinen.
- ✗ Dein Material und Werkzeug muss sicher auf dem Tisch liegen.



1 Vorbereiteter Arbeitsplatz

Die Arbeit an einem Werkstück musst du sorgfältig planen. Du fertigst Zeichnungen und Pläne an und überlegst, welches Material du benötigst. Am liebsten würdest du gleich anfangen mit dem Sägen oder Feilen. Aber dein Arbeitsplatz sieht noch so leer aus!

Arbeitsplatz vorbereiten

Bevor du mit der Herstellung eines Gegenstands beginnst, musst du überlegen, wie du deinen Arbeitsplatz sinnvoll einrichtest.

- Lege dir deine technische Zeichnung, Stückliste usw. zurecht.
- Auf deinem Tisch sollen nur die Werkzeuge liegen, die du auch wirklich brauchst.
- Liegen die Werkzeuge ordentlich nebeneinander und ragen nicht über die Tischkante hinaus?
- Sind die Werkzeuge in einwandfreiem Zustand?

Ordnung am Arbeitsplatz – muss das sein?

Wenn du deine Werkzeuge und Materialien immer übersichtlich ordnest und deine Arbeitsfläche frei ist, sparst du viel Zeit. Außerdem schonst du dadurch Material und Werkzeuge und vermeidest Unfälle. Oder kannst du dir vorstellen, an einem Arbeitsplatz zu arbeiten, wie du ihn in Abb. 2 siehst?



2 Ordnung am Arbeitsplatz?

Helfer an der Werkbank

Um dein Werkstück einspannen zu können, findest du an deiner Werkbank entweder eine **Bankzange** 3 oder einen **Schraubstock** 4. Schütze dein Werkstück mit Schutzbacken, wenn du den Schraubstock benutzt. In die Bankzange darfst du nur Holz einspannen.

Jetzt kann es losgehen

Wenn du deinen Arbeitsplatz fertig eingerichtet hast, kannst du anfangen zu arbeiten.

- Achte auf deine Sicherheit.
- Benutze dein Werkzeug nur für dafür vorgesehene Arbeiten.
- Hilf anderen, wenn du eine Arbeit gut kannst und andere dabei Schwierigkeiten haben.
- Beschrifte am Ende der Stunde dein Werkstück mit deinem Namen und räume es an den vorgesehenen Platz.
- Säubere deine Werkzeuge und räume deinen Arbeitsplatz auf.



Überprüfe deine Werkzeuge vor dem Wegräumen. Sind sie beschädigt, melde es sofort!



3 Eingespanntes Werkstück in einer Bankzange

Alle helfen mit im Technikraum

Zur Ausgabe der Werkzeuge richtet ihr am besten einen Werkzeugdienst ein. Nur der Werkzeugdienst darf die Werkzeuge aus dem Schrank holen und auch wieder zurückstellen. So gibt es kein Gedränge an den Schränken und der Inhalt der Schränke bleibt geordnet.

Auch für eure Tischgruppe könnt ihr festlegen, wer welche Ämter übernimmt und wie ihr gemeinsam Ordnung haltet.

Denke bei allen Arbeiten an deine Sicherheit und die deiner Mitschülerinnen und Mitschüler.



4 Schraubstock mit Amboss zum Einspannen von Metall und kleinen Werkstücken

Unsere Technikraumdienste

Werkzeugausgabe: _____

Tische absaugen: _____

Mülltrennung: _____

Datum: _____

Klasse: _____

Lehrer/in: _____

5 Beispiel eines Ämterplans

Sicher bohren

Vor dem Bohren

1. Wähle den Bohrer passend zu Material und Durchmesser aus.
2. Spanne den Bohrer ein.
3. Setze eine Schutzbrille auf und binde lange Haare zusammen.
4. Führe einen Probelauf durch: Der Bohrer darf nicht unruhig laufen.
5. Spanne das Werkstück in einen Maschinenschraubstock ein.
6. Passe die Drehzahl an die Bohrerstärke und das Material an. Ein Übersichtsblatt oder deine Lehrerin oder dein Lehrer hilft dir.
7. Stelle den Tiefenanschlag ein.

Während des Bohrens

8. Beim Durchbohren: Verwende ein Brett als Unterlage.
9. Bohre mit wenig Druck an.
10. Verwende bei Metall und Kunststoff ein Kühlmittel.
11. Bohre mit gleichmäßigem Vorschub (Druck) weiter.
12. Bohre am Ende vorsichtig, damit das Bohrloch nicht ausreißt.
13. Schalte die Maschine aus.

Nach dem Bohren

13. Spanne das Werkstück erst aus, wenn der Bohrer steht.
14. Halte den Bohrer beim Ausspannen fest, damit er nicht herunterfällt. Achtung: Er kann heiß sein!
15. Entferne Späne mit Pinsel oder Bürste.
16. Reinige das Bohrzubehör und räume es auf. Saug die Maschine und den Arbeitsbereich ab.

1 Arbeitsschritte beim Bohren

Damit du sicher bohren kannst, musst du die Bauteile und Funktionen der Tischbohrmaschine kennen (► S.22/23), dich genau an die Arbeitsschritte 1 halten und alle folgenden Sicherheitsvorschriften beachten.

Sicherheitsvorschriften

- Trage eng anliegende Kleidung.
- Lege Schals, Schmuck und Uhren ab.
- Binde lange Haare zusammen.
- Trage eine Schutzbrille.
- Im Sicherheitsbereich der Maschine darfst du dich aufhalten.

Herstellen eines Tischbutlers

Achte beim Herstellen besonders auf die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften.

Vorbereitung:

Säge von einem Kantholz (60 x 80) ein 150 mm langes Stück ab. Benutze für den geraden Schnitt die Sägelede oder spanne ein Holzstück als Führung mit ein.

Gestaltungsideen:

Um ein Geodreieck und ein Lineal an deinem Tischbutler unterzubringen, kannst du auf der Oberseite zwei Schlitzsägen. Auf der Rückseite kannst du eine Holzklammer festleimen. Sie kann dann Zettel oder Fotos halten.

Tipps zum passenden Bohrer:

Für die Stifte musst du unterschiedlich große Löcher bohren. Für die kleinen Löcher benötigst du den Spiralbohrer mit Zentrierspitze. Größere Löcher kannst du mit dem Forstnerbohrer bohren.

Auch auf der Seite kannst du ein Loch bohren. Dort kannst du später einen Magneten als Scherenhalter einkleben.

	Spiralbohrer mit Zentrierspitze für Holz
	Universalbohrer für Metall und Kunststoff Achtung: Bei Metall ankommen!
	Forstnerbohrer zum Bohren großer Löcher in Holz

2 Verschiedene Bohrer

- ✗ Halte dich beim Bohren immer an die Sicherheitsvorschriften und die genaue Abfolge der Arbeitsschritte.
- ✗ Wähle immer den geeigneten Bohrer aus.



3 Tischbutler



Bohren vorbereiten:

- Zeichne eine gerade Linie auf der Oberseite des Werkstücks an. Sie sollte ca. 20mm vom Rand entfernt sein.
- Teile ein, wie viele Bohrlocher du haben möchtest, und markiere sie auf der Linie.
- Lege fest, welches Bohrloch mit welchem Bohrer gebohrt werden soll.

Bohren:

Beachte die Arbeitsschritte in Abb. 1.

Alternativen: Handmaschinen

Wenn ein Bohren an der Tischbohrmaschine nicht möglich ist, dann kommt die Handbohrmaschine 4 zum Einsatz. Diese Maschine darfst du selbstständig ab der 9. Klasse benutzen.

Du kannst auch einen Akkuboehrschrauber verwenden: Dann bist du unabhängig von einer Steckdose und kannst ihn auch dort einsetzen, wo du keinen Netzstrom hast.

Es ist einfacher, wenn erst alle Schülerinnen und Schüler die Bohrungen mit demselben Bohrdurchmesser bohren, damit nicht ständig der Bohrer ausgewechselt werden muss.



4 Handbohrmaschine

Der Werkstoff Kunststoff



1 Thermoplast



2 Duroplast



3 Elastomer

Kunststoffe gibt es erst seit ca. 120 Jahren, im Vergleich zu Holz und Metall ist Kunststoff ein „junger“ Werkstoff. Heute sind Kunststoffe ein großer Bestandteil unseres täglichen Lebens. Deine Zahnbürste, Sportschuhe, Bälle, Bausteine, Küchenutensilien – überall findest du Gegenstände aus Kunststoff.

Die Kunst, verschiedene Stoffe zu finden

In der chemischen Industrie werden mehr als 50 verschiedene Kunststoffarten mit speziellen Eigenschaften entwickelt, die von natürlichen Werkstoffen nicht erreicht werden können. Kunststoffe können weich, hart, flüssig und elastisch sein. Viele Kunststoffe kennst du nicht unter ihrer chemischen Bezeichnung, sondern unter ihren Handelsnamen wie Styropor (PS) und Plexiglas (PMMA). Wo Kunststoff überall eingesetzt wird, siehst du in Abb. 1.

Ein Fahrradhelm aus Öl?

Weltweit werden in einem Jahr 200 Millionen Tonnen Kunststoffe produziert. Kunststoffe werden in chemischen Fabriken aus Erdöl hergestellt. Erdöl ist ein Naturstoff aus einem Gemisch verschiedener Stoffe. In der Raffinerie wird Erdöl durch **Destillation** in mehrere Bestandteile getrennt.

Ein Bestandteil davon ist das Rohbenzin. Daraus werden die chemischen Grundstoffe für die Kunststoffherzeugung gewonnen. Aus diesen werden Granulate, Pulver oder Pasten hergestellt, die zu Folien, Platten oder Rohren verarbeitet werden. Daraus entsteht dann ein Produkt, z. B. ein Helm.

Die Kunst des Verbiegens

Kunststoffe verhalten sich bei verschiedenen Temperaturen unterschiedlich. Sie lassen sich in drei Gruppen einteilen:

- **Thermoplaste** sind durch Wärme formbar. Sie lassen sich dann biegen, kanten, pressen oder gießen. Nach dem Abkühlen werden sie wieder fest und behalten ihre neue Form. Durch erneutes Erwärmen kann man Thermoplaste wieder verformen.
- **Duroplaste** können nur einmal geformt werden, danach lassen sie sich durch Erwärmung nicht mehr verformen. Sie können wie Holz durch Bohren, Sägen und Feilen bearbeitet werden.
- **Elastomere** sind gummielastisch. Sie lassen sich zusammendrücken und gehen von alleine wieder in ihre Ausgangslage zurück. Bei zu großer Hitze werden Elastomere zerstört, bei Kälte werden sie hart und spröde.

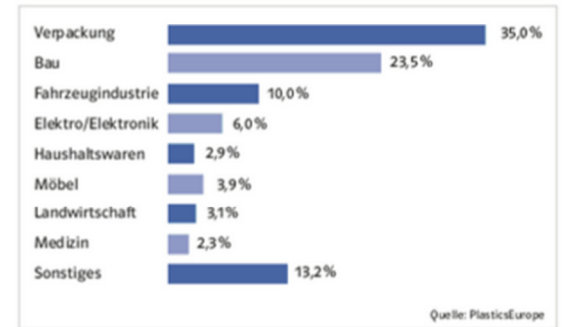
- ✗ Es gibt drei Hauptgruppen von Kunststoffen: Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere.
- ✗ Kunststoffe werden hauptsächlich aus Erdöl hergestellt.
- ✗ 35 % aller Kunststoffe werden für Verpackungen verwendet.



4 Plastikmüll

Die Kunst, verschiedene Stoffe zu sparen

In Deutschland werden täglich Millionen kurzzeitig genutzter Verpackungen aus Kunststoff verbraucht. Auch wenn heute Kunststoff gesammelt und wiederverwertet wird, ist er in der Herstellung teuer. Bei der Produktion fallen giftige Abfallstoffe an und viele Kunststoffe werden als gesundheitsschädlich eingestuft. Giftige Kunststoffbestandteile können beispielsweise in Lebensmittel gelangen. Wenn du wiederverwendbare Flaschen und Stofftragetaschen statt Plastiktüten benutzt, hilfst du, Kunststoffe zu sparen.



5 Einsatzgebiete von Kunststoff

Vermeiden vor Verringern

Kunststoffe werden gesammelt, aber nicht alle Kunststoffe können wiederverwendet werden. Um Müllmengen zu reduzieren und wertvolle Rohstoffe zu nutzen, gilt beim Umgang mit Kunststoffen:

- Vermeiden vor Verringern
- Verringern vor Verwerten
- Verwerten vor Entsorgen

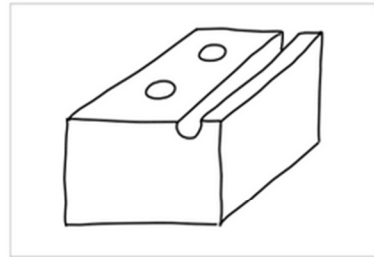


Kunststoffe sind Werkstoffe, die durch chemische Prozesse meist aus Erdöl hergestellt werden.

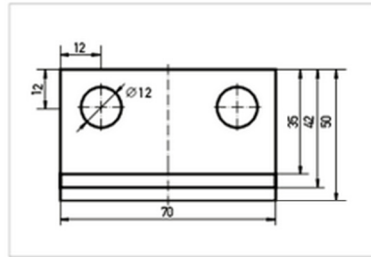
Ohne Zeichnung kein Werkstück



1 Stifthalter



2 Skizze des Stifthalters



3 Technische Zeichnung, Ansicht von oben

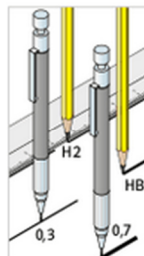
Im Alltag begegnen dir immer wieder verschiedene Arten von technischen Zeichnungen. Dabei ist es egal, ob du ein Werkstück im Technikunterricht herstellen, einen Spielzeugbausatz zusammenbauen möchtest oder ob eine Küche geplant werden soll. Nur eine Zeichnung kann die Fülle von benötigten Informationen verständlich und überschaubar wiedergeben.

Skizze oder technische Zeichnung

Für die meisten Gegenstände, die du herstellen möchtest, benötigst du eine Skizze oder eine technische Zeichnung. Eine Skizze **2** wird freihändig ohne Lineal angefertigt. Sie ist nicht maßstabgetreu. Werden die Gegenstände komplizierter und sollen zudem noch in industrieller Fertigung hergestellt werden, wird eine technische Zeichnung **3** notwendig. Sie muss maßstabgetreu, normgerecht und mit entsprechenden Zeichengeräten angefertigt werden. Sie enthält alle notwendigen Informationen.

Zeichengeräte

Damit aus der technischen Zeichnung alle wichtigen Informationen eindeutig abgelesen werden können, müssen die Zeichnungen genau und sauber ausgeführt werden. Ob dies gelingt, hängt auch von den verwendeten Zeichengeräten ab.



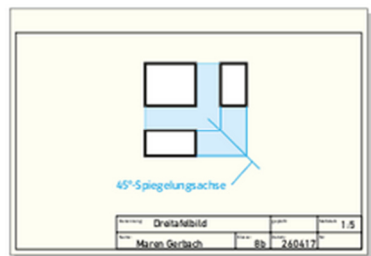
4 Zeichenstifte

Bleistifte und Feinminienstifte

Um die unterschiedlichen Strichstärken gut zeichnen zu können, benötigst du mindestens zwei verschiedene Bleistifte: einen harten (H2) und einen weicheren (HB). Besonders gut für technische Zeichnungen eignen sich Feinminienstifte. Geeignet sind z. B. 0,3 mm und 0,7 mm dicke Minen. Bei diesen Stiften entfällt das Anspitzen. Aufgrund der unterschiedlichen Dicken der Minen ist es leichter, die entsprechende Linienstärke zu zeichnen.

Zeichenblatt

Deine Zeichnungen sollten mittig auf deinem Zeichenblatt **5** angeordnet sein. Hochwertiges Papier erleichtert es dir, die Zeichnungen sauber anzufertigen, da besser radiert und angebessert werden kann.



5 Blattaufteilung

- ✗ Zur technischen Verständigung benötigt man entsprechende Zeichnungen.
- ✗ Eine Skizze zeichnest du immer ohne Lineal.
- ✗ Man kann Gegenstände in einem Maßstab vergrößert oder verkleinert darstellen.

Beschriftung

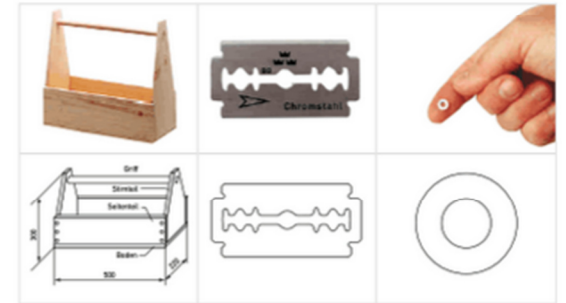
Damit alle für die Fertigung wichtigen Daten in der Zeichnung erkennbar sind, ist eine eindeutige und klar lesbare Beschriftung Voraussetzung.

Schriftfeld

Wichtig auf jeder technischen Zeichnung ist das Schriftfeld, aus dem die wesentlichen Daten der Zeichnung wie z. B. der Maßstab hervorgehen. Das Schriftfeld **7** muss übersichtlich und möglichst sauber auf deinem Zeichenblatt angefertigt werden. Das Schriftfeld wird immer im Querformat ausgeführt und sollte Platz für sieben Felder bieten.

Maßstab

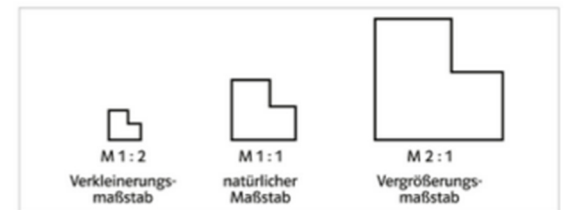
Die meisten Werkstücke, die wir herstellen wollen, sind entweder zu groß oder zu klein, um sie in Originalgröße zu zeichnen. Deshalb müssen die Werkstücke in der Zeichnung entweder vergrößert oder verkleinert dargestellt werden. Das Verhältnis der Abmessungen eines gezeichneten Gegenstands zu seiner Originalgröße nennt man **Darstellungsmaßstab (M)**. Mithilfe des Maßstabs wird ein Gegenstand im angegebenen Verhältnis verkleinert bzw. vergrößert. M1:5 bedeutet, dass 1 cm in der Zeichnung 5 cm am Gegenstand entspricht.



6 Beispiele für maßstäbliche Zeichnungen

Benennung: Vorderteil		geprüft:	Maßstab: 1:1
Name: Martin Meier	Klasse: 7b	Datum: 30.06.17	Nr.:

7 Beispiel für ein Schriftfeld



8 Verschiedene Maßstäbe

Linien und Bemaßungen

Linienart	Benennung	Verwendung
	Volllinie, breit	für sichtbare Kanten und Umrisse
	Volllinie, schmal	für Maßlinien, Maßhilfslinien, Schraffurlinien, kurze Mittellinien, Bezugslinien
	Freihandlinie	für Bruchlinien
	Strichpunktlinie, schmal	für Mittellinien, Lochkreise, Gehäuse
	Strichlinie	für verdeckte Kanten
	Strichpunktlinie, breit	für die Kennzeichnung des Schnittverlaufs

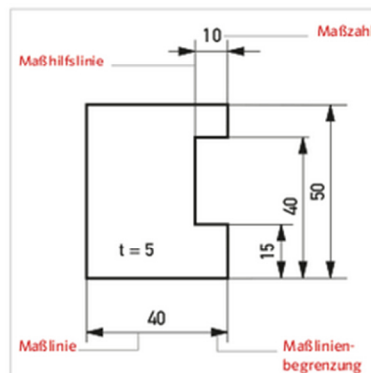
1 Linienarten

Linienarten

Um eine technische Zeichnung übersichtlich und gut lesbar zu gestalten, musst du die wichtigsten Linienarten und deren Bedeutung kennen **1**. So müssen z.B. die sichtbaren Kanten als breite Volllinie gezeichnet werden, damit das Werkstück in der Zeichnung als solches erkennbar wird.

Bemaßung

Durch die Bemaßung werden die Form und die Abmessungen des Werkstücks eindeutig festgelegt. Es gibt vier wesentliche Elemente bei der Bemaßung: Maßlinienbegrenzung, Maßhilfslinie, Maßzahlen und Maßlinie **2**.



2 Bemaßung

Maßlinie

Maßlinien werden parallel zur Werkstückkante gezeichnet. Der Abstand der ersten Linie sollte 10 mm zu den Kanten betragen. Alle weiteren Maßlinien werden im Abstand von 7 mm zueinander gezeichnet.

Maßhilfslinie

Maßhilfslinien werden durch einfaches Verlängern der sichtbaren Kanten erzeugt. Sie werden als schmale Volllinie gezeichnet. Die Linien sollten sich nach Möglichkeit nicht kreuzen und 2mm über die Maßlinie hinausragen.

Maßzahlen

Maßzahlen geben die tatsächlichen Maße des Werkstücks in mm an. Die Einheit erscheint aber nicht in der Zeichnung. Auch beim Vergrößern und Verkleinern ändern sich die Maßzahlen nicht. Man schreibt sie so über die Maßlinie, dass sie entweder von rechts oder von unten lesbar sind. Jedes Maß kommt in der Zeichnung nur einmal vor.

Auch bei Größenangaben z.B. von Materialien lässt man oft die „mm“ weg: 80 x 40 bedeutet also „80 Millimeter mal 40 Millimeter“.

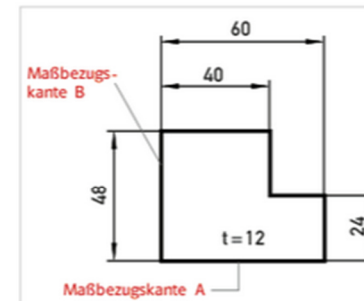
- ✗ In einer technischen Zeichnung werden verschiedene Linienarten verwendet.
- ✗ Ohne Bemaßung kann kein eindeutiges Werkstück gefertigt werden.
- ✗ Maßzahlen geben die tatsächlichen Maße des Werkstücks an.

Maßlinienbegrenzung

Als Maßlinienbegrenzung wird meistens der Pfeil benutzt. Der Pfeil sollte spitz, schlank und ausgefüllt gezeichnet werden.

Maßbezugs-kanten festlegen

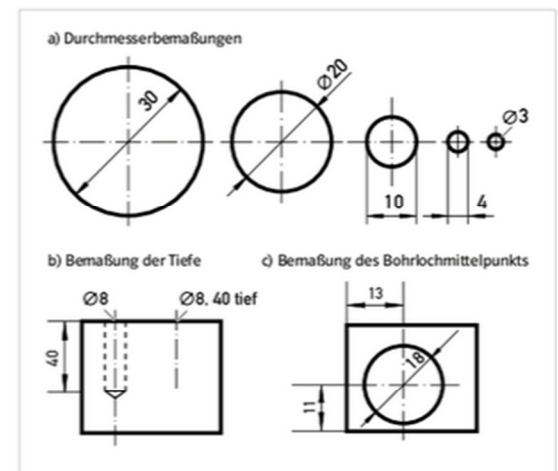
Bevor mit der eigentlichen Bemaßung des Werkstücks begonnen werden kann, müssen Maßbezugs-kanten ausgewählt werden. Meistens wählt man die linke und die untere Kante eines Werkstücks als Maßbezugs-kanten **3**. Alle Maßlinien beginnen oder enden an diesen Maßbezugs-kanten. Ist diese Kante festgelegt, so erfolgt die Bemaßung von innen nach außen.



3 Maßbezugs-kanten

Zeichenschritte für die Bemaßung

1. Lege die Maßbezugs-kanten fest.
2. Ziehe die Maß- und Maßhilfslinien.
3. Zeichne die Maßlinienbegrenzung.
4. Trage die Maßzahlen und die Dicke (z. B. $t = 5$) des Werkstücks ein.



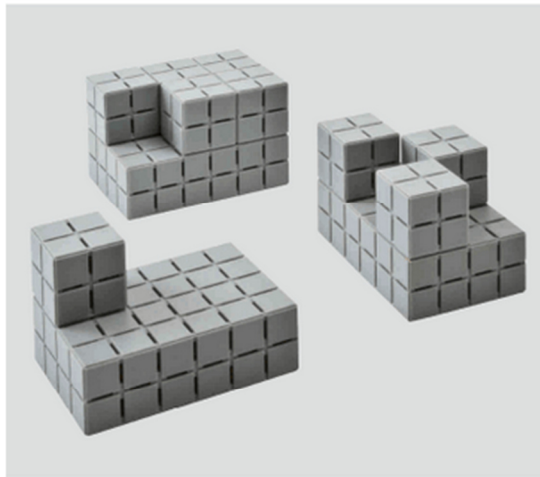
4 Möglichkeiten der Bemaßung von Bohrungen

Bohrungen bemaßen

In vielen Werkstücken gibt es Bohrungen. Es muss angegeben werden, mit welchem Durchmesser gebohrt werden muss **4**. Je nach Größe des Durchmessers verwendet man unterschiedliche Zeichenelemente. Außerdem muss bemaßt werden, wie tief gebohrt werden muss **5** und wo sich der Bohrlochmittelpunkt **6** im Werkstück befindet.

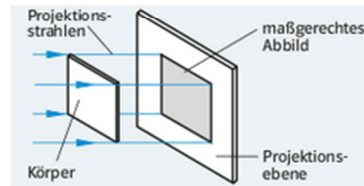
Ein Werkstück – drei Ansichten

- ✗ Aus einem räumlichen Körper wird im Dreitafelbild eine flächige Zeichnung.
- ✗ Mithilfe einer Raumecke werden drei Ansichten erzeugt.
- ✗ Durch drei verschiedene Ansichten wird das Werkstück genau abgebildet.



1 Übungskörper für das technische Zeichnen

Ein Werkstück wird zur besseren Übersicht meistens in drei Ansichten dargestellt. Die Fertigungszeichnung enthält dann alle Informationen über Abmessung und Form.



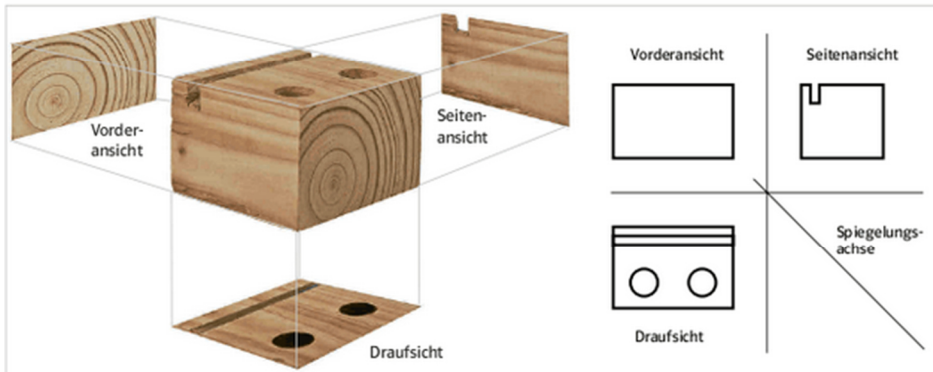
3 Blickrichtung auf die Projektionsebene

Rechtwinklige Parallelprojektion

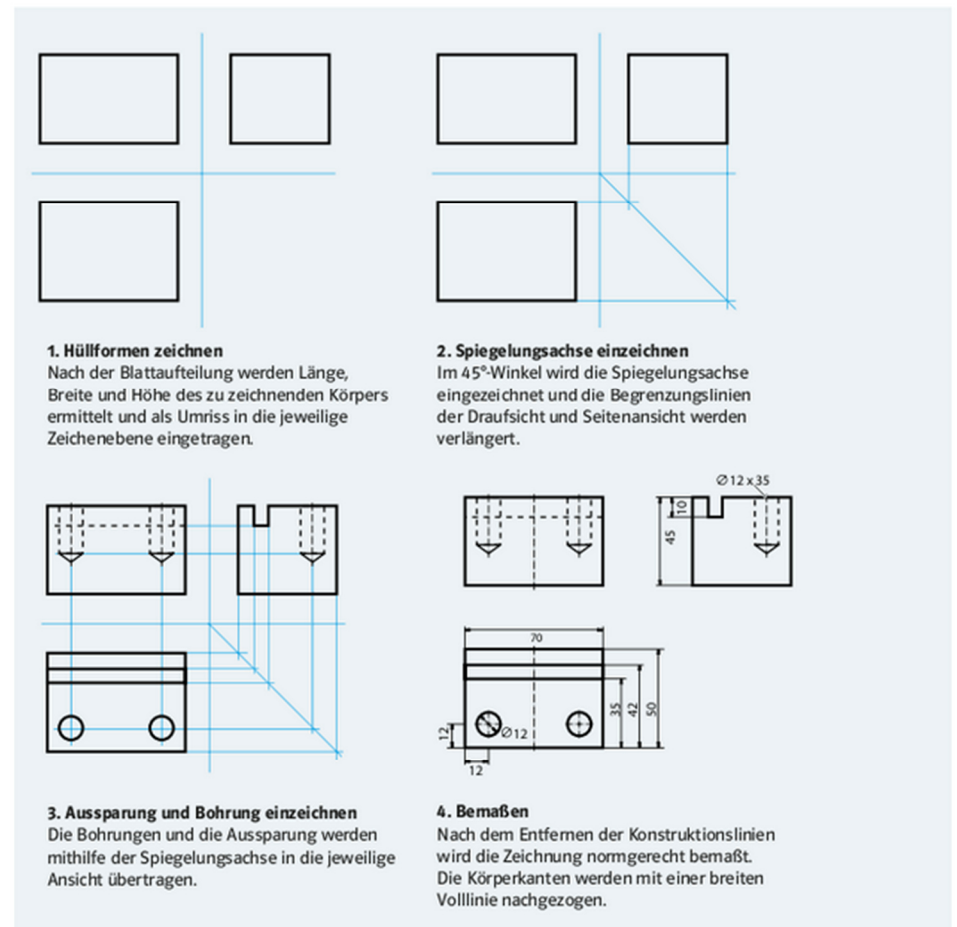
Um ein Werkstück vollständig darzustellen, wird es mithilfe der rechtwinkligen Parallelprojektion 3 von vorn, von oben und von der rechten Seite betrachtet und entsprechend flächig abgebildet.

Dabei treffen die Projektionsstrahlen rechtwinklig auf die Ecken, Kanten und Flächen des Werkstücks. So ergibt sich eine genaue und maßstabsgetreue Abbildung von allen drei Seiten.

Die drei Projektionsebenen sind zueinander rechtwinklig angeordnet und bilden miteinander eine nach vorne offene Raumecke. Zur zeichnerischen Darstellung werden alle drei Projektionsebenen aufgeklappt, sodass ein **Dreitafelbild** entsteht 2.



2 Parallelprojektion in der Raumecke und Dreitafelbild



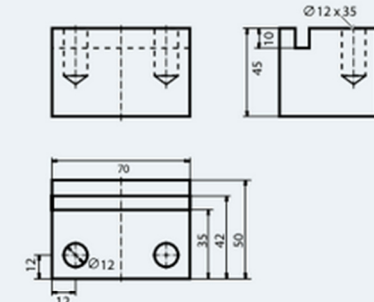
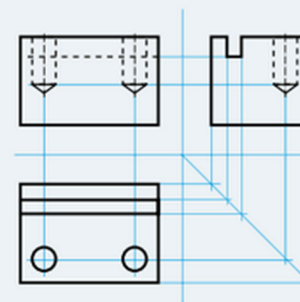
4 Konstruktion eines Dreitafelbilds

1. Hüllformen zeichnen

Nach der Blattaufteilung werden Länge, Breite und Höhe des zu zeichnenden Körpers ermittelt und als Umriss in die jeweilige Zeichenebene eingetragen.

2. Spiegelungsachse einzeichnen

Im 45°-Winkel wird die Spiegelungsachse eingezeichnet und die Begrenzungslinien der Draufsicht und Seitenansicht werden verlängert.



3. Aussparung und Bohrung einzeichnen

Die Bohrungen und die Aussparung werden mithilfe der Spiegelungsachse in die jeweilige Ansicht übertragen.

4. Bemaßen

Nach dem Entfernen der Konstruktionslinien wird die Zeichnung normgerecht bemaßt. Die Körperkanten werden mit einer breiten Volllinie nachgezogen.

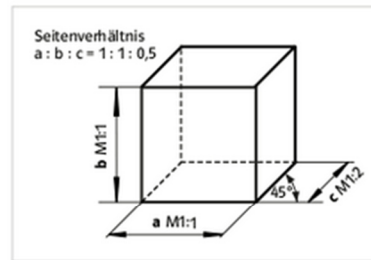
Werkstücke räumlich darstellen

Wenn du ein Werkstück räumlich darstellen willst, benötigst du Verfahren, die das dreidimensionale Objekt auf dein zweidimensionales Zeichenblatt abbilden. In der technischen Zeichnung erscheint dann das Werkstück plastisch und für den Betrachter leicht vorstellbar. Es lassen sich auch alle Eigenschaften und Größenverhältnisse leicht erkennen. Anwendung finden solche Raumbilder bei leicht verständlichen Werkstücken und Gebrauchsanweisungen.

Kabinettpjektion (Kavalierperspektive)

Die für uns einfachste und gut zu zeichnende Darstellung ist die Kabinettpjektion. Die Vorderseite wird betont und originalgetreu dargestellt.

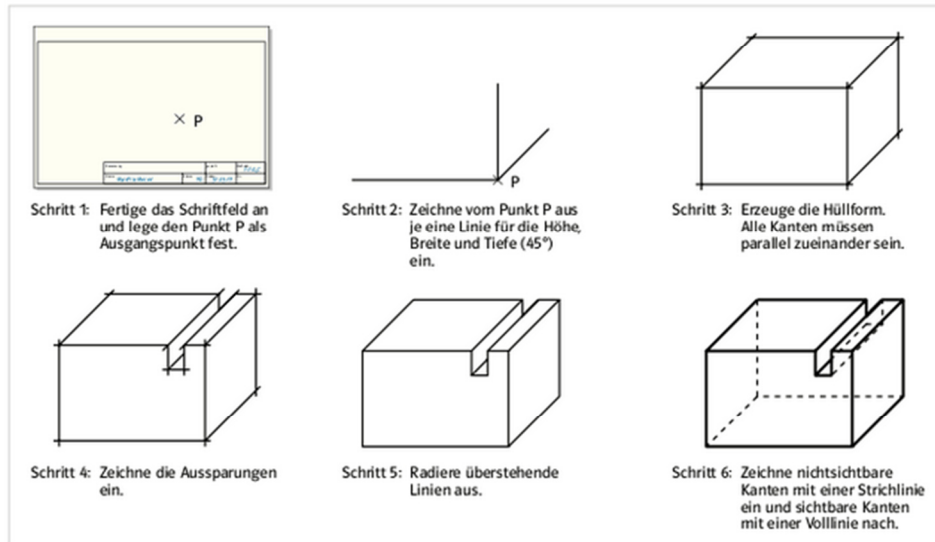
- Die Kanten, die in die Tiefe verlaufen, werden unter einem Winkel von 45° und um die Hälfte gekürzt gezeichnet.



1 Würfel in Kabinettpjektion

- Durch die Kürzung der Kanten, die in die Tiefe verlaufen, erzielt man eine naturgetreue Darstellung des Werkstücks.

Wie man schrittweise ein Werkstück in der Kabinettpjektion zeichnet, wird in Abb. 2 dargestellt.



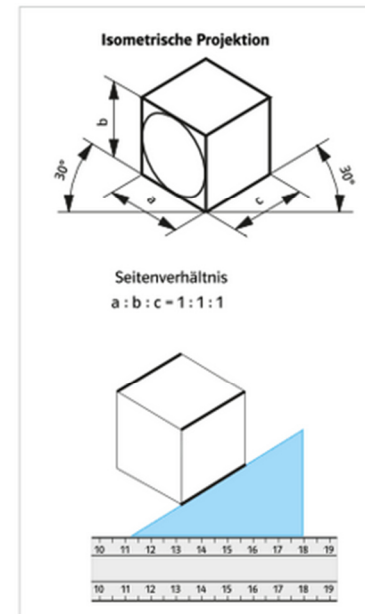
2 Zeichenschritte bei der Kabinettpjektion

- Die räumliche Darstellung lässt ein Werkstück plastisch erscheinen.
- Bei der Kabinettpjektion werden gegenüberliegende Seiten parallel gezeichnet.
- Die isometrische Projektion betont alle drei Seiten gleich.

Isometrische Projektion

Neben der Kabinettpjektion gibt es noch weitere räumliche Darstellungsmöglichkeiten. Eine häufig angewandte Darstellungsform ist die isometrische Projektion. Die isometrische Darstellung, oder kurz Isometrie, hat den Vorteil, dass alle drei

Seiten gleich deutlich und wichtig erscheinen. Kreise werden als Ellipsen dargestellt. Besonderes zeichnerisches Kennzeichen der Isometrie ist, dass keine Seite verkürzt dargestellt wird. Der Winkel beträgt auf beiden Seiten 30° .



3 Isometrische Projektion

Beruf:

Technische/r Produktdesigner/in

„Früher hieß mein Beruf ‚Technischer Zeichner‘. Jetzt gibt es zwei Berufe, den Technischen Produktdesigner und den Technischen Systemplaner. In beiden Berufen geht es natürlich um technische Zeichnungen – aber nicht nur! Ganze Arbeitsabläufe bis zum fertigen Produkt werden geplant und dokumentiert. Ich arbeite viel mit Computerprogrammen und habe Spaß an der Umsetzung von Vorgaben von Ingenieuren und Konstrukteuren. Zeichnungen, Pläne, Stücklisten, die im Laufe des Entwicklungsprozesses entstehen, müssen vollständig und übersichtlich zusammengestellt werden, denn nach ihnen wird nachher gearbeitet. Ich habe eine ganz schöne Verantwortung!“



Planung und Beurteilung: Unterlagen

Name: Markus Mustermann Klasse: 7c Datum: 12.11.2017
Werkstück: Ping-Pong-Schläger

Teil	Stückzahl	Bezeichnung	Material	Maße in mm
1	2	Griffschale	Multiplex	6 mm dick
2	1	Schläger	Multiplex	6 mm dick
3	2	Belag	Gummi/ Schaum	150 mm ϕ , 2 mm dick

Die Teile 1 und 2 werden aus einem Rohling 297 x 210 (DIN A4) geschnitten.

1 Stückliste

Arbeitsschritt	Werkzeug	Arbeitsmittel	Hinweis
Papiervorlage an der Symmetrieachse knicken und ausschneiden	Schere, Stift		
Vorlage auf Karton übertragen und sauber ausschneiden	Schere, Stift		Sauber arbeiten!
Mit der Schablone die Schlägerform sowie 2-mal die Griffstückform auf das Material übertragen	Stift	Belag	Griffstücke direkt am Rand platzieren!
Teile aussägen	Laubsäge	Laubsäge-tisch	Ohne Druck sägen!
...

2 Arbeitsplan

Bevor du mit der Arbeit an deinem Werkstück beginnen kannst, benötigst du zuerst alle dazu notwendigen Informationen. Du musst dir z. B. Klarheit über Material, Füge-technik und Werkzeuge verschaffen. Oft existieren bereits brauchbare Vorbilder für dein Werkstück, an denen du dich orientieren kannst.

Stückliste

Um einen Überblick über das notwendige Material zu bekommen, benötigst du eine Stückliste 1. Sie ist auch die Grundlage, wenn du Material oder Arbeitsmittel selbst einkaufen musst. Du kannst die Stückliste mithilfe deiner Zeichnung und dem Wissen über deine verwendeten Materialien erstellen. Notiere dazu alle Einzelteile deines Werkstücks und gib jedem eine Bezeichnung. Hilfreich sind Namen, die auf ihre Verwendung schließen lassen. Jedes Teil deines Werkstücks erhält eine Nummer und wird mit allen Maßen, dem Material sowie der Stückzahl (Menge) in die Stückliste eingetragen.

Arbeitsplan

Es ist sinnvoll, sich die Reihenfolge der einzelnen Arbeitsschritte gut zu überlegen. Ordne dazu alle Arbeitsschritte nach ihrer Reihenfolge in einer Tabelle 2. Notiere, was du bei jedem Arbeitsschritt machen sollst. Schreibe dazu, welches Werkzeug, Material und Arbeitsmittel du bei jedem Arbeitsschritt benötigst. In der Spalte „Hinweis“ können Sicherheitshinweise oder Tipps gegeben werden. Während der Arbeit können hier auch Notizen gemacht werden, falls etwas beim nächsten Mal anders gemacht werden soll.

- ✗ Eine Stückliste gibt einen Überblick über die verwendeten Materialien.
- ✗ Die Reihenfolge der Arbeitsschritte wird in einem Arbeitsplan festgehalten.
- ✗ Mit einem Beurteilungsbogen kontrolliert und beurteilt man ein Produkt.

Beurteilungskriterien festlegen

Ihr solltet gemeinsam überlegen, welche Kriterien (Merkmale) für die Beurteilung von Bedeutung sind. Erstellt zur objektiven und gerechten Beurteilung einen Beurteilungsbogen 3, der alle von euch

gefundenen Kriterien enthält. Achtet dabei auch darauf, welche Merkmale für den jeweiligen Gegenstand besonders wichtig sind. Am wichtigsten ist es, dass der Gegenstand seine Funktion (Aufgabe) erfüllt.

Beurteilungsbogen			
Name:		Klasse:	Datum:
Werkstückbezeichnung: Ping-Pong-Schläger			
Beurteilungskriterien	maximale Punktzahl	Eigenbeurteilung	Fremdbeurteilung
funktioniert gut im Spiel	5	4	4
liegt gut in der Hand	4	3	2
ist stabil	5	5	5
ist leicht	3	2	1
alle Maße stimmen	3	3	2
ist sauber verarbeitet	3	3	3
Beurteilung insgesamt	23	20	17
beurteilt von: (Name)		gesehen und genehmigt:	

3 Beurteilungsbogen

Kunststoff-Produkte konstruieren

✗ Achte bei deinen Konstruktionen darauf, dass du sie auch umsetzen kannst.



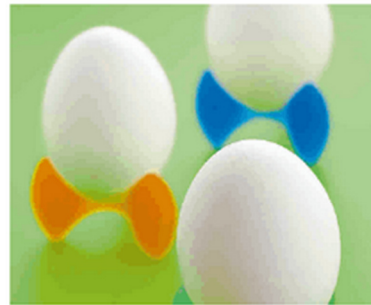
1 Eierbecher

1. Eierbecher

Es gibt ganz unterschiedliche Modelle von Eierbechern zu kaufen 1–2. Du kannst im Technikunterricht deinen eigenen Eierbecher herstellen. Als Material hast du einen Streifen Acrylglas.

Konstruktionsaufgabe:

- Liste auf, welche Anforderungen an einen Eierbecher gestellt werden.
- Für deine Ideenfindung kannst du zusätzlich eine Internet-Recherche durchführen, zum Beispiel zu ausgefallenen Eierbecherformen 2.
- Entscheide dich für ein Design, das alle Anforderungen erfüllt.
- Erstelle eine technische Zeichnung. Du kannst dafür auch ein CAD-Programm verwenden.
- Erstelle eine Stückliste mit allen Materialien, die du für den Eierbecher benötigst.
- Erstelle einen Arbeitsplan: Überlege dir eine sinnvolle Reihenfolge für die einzelnen Arbeitsschritte und die passenden Fertigungsverfahren.
- Jetzt kannst du deinen Eierbecher fertigen.
- Überprüfe nach der Herstellung, ob dein fertiger Eierbecher alle (am Anfang aufgelisteten) Anforderungen erfüllt.



2 Eierbecher in ausgefallenem Design

- Überlege am Schluss: Kannst du deinen Eierbecher optimieren? Kannst du deine Fertigung verbessern, zum Beispiel durch die Verwendung anderer Werkzeuge?

2. Tischbutler

Ein Tischbutler sollte Platz für mehrere Gegenstände (z. B. Stifte) haben 3. Alles sollte bestmöglich griffbereit sein. Konstruiere einen Tischbutler, der diesen Anforderungen entspricht. Entscheide dich zu Beginn begründet für ein passendes Design.



3 Tischbutler

3. Tablet-Halter

In einem Tablet-Halter 4 soll man ein modernes Tablet so abstellen können, dass es zum einen sicher steht und man zum anderen bestmöglich das Display betrachten und bedienen kann. Entwickle ein Design, das diesen Anforderungen entspricht. Achte dabei insbesondere auf die Winkel. Erstelle eine technische Zeichnung mit Angabe der Winkel.

4. Spiele

Es gibt mehrere Spiele, die du aus Kunststoff fertigen kannst. In Abb. 5 siehst du ein Beispiel. Entscheide dich zunächst, welches Spiel du herstellen möchtest. Wichtig: Dein Spiel muss gut aus Kunststoff herzustellen sein. Plane und fertige dein Spiel. Beurteile am Schluss, ob deine Spiel-Auswahl gut zum Werkstoff Kunststoff gepasst hat.

5. Buchstütze

Konstruiere eine Buchstütze aus Kunststoff. Berücksichtige bei der Planung und deiner Design-Auswahl die Belastbarkeit von Kunststoff.

6. Klebebandabroller

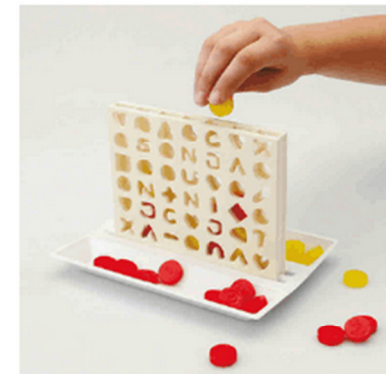
Konstruiere einen Klebebandabroller. Das Abrollen soll möglichst komfortabel funktionieren. Versuche mögliche Probleme beim Abrollen vorauszuahnen und berücksichtige diese bei deiner Planung.

7. Wandleuchte

Konstruiere eine Wandleuchte aus Kunststoff. Entwickle zuerst eine Halterung für die Befestigung an der Wand. Die Halterung muss Platz für eine Fassung für ein Niedervolt-Leuchtmittel haben. Du kannst dir ein Design für einen Lampenschirm überlegen, der zusätzlich an der Halterung befestigt wird.

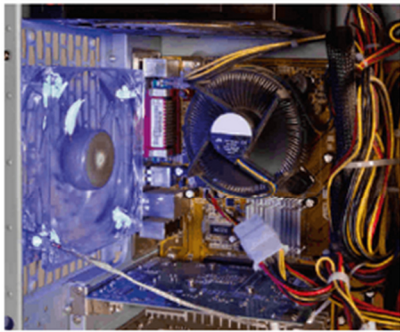


4 Tablet-Halter

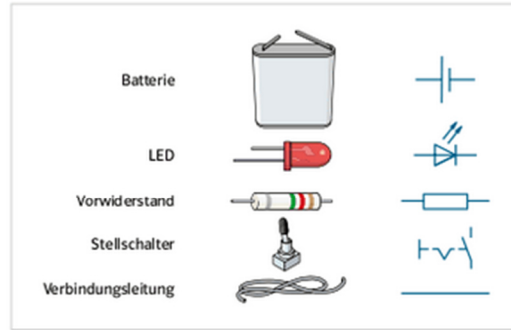


5 Spiel aus Kunststoff

Mit Plan mehr Durchblick



1 Betriebsmittel für die LED-Beleuchtung eines transparenten PC-Gehäuses



2 Gegenüberstellung Betriebsmittel – Schaltzeichen

Du sollst die Schaltung zur LED-Beleuchtung eines transparenten PC-Gehäuses aufbauen. Ein Foto des Aufbaus, das die Betriebsmittel und den Verbindungsaufbau zeigt, ist nicht so schnell anzufertigen. Einfacher ist es, mithilfe genormter Schaltzeichen einen **Schaltplan** zu zeichnen.

Schaltzeichen und Betriebsmittel

Um einen Schaltplan zu verstehen, musst du die „Vokabeln“ – die **Schaltzeichen** – kennenlernen. Sie sind ein Symbol für das zugehörige Betriebsmittel.

Die Betriebsmittel werden mit einem genormten Kennbuchstaben und einer Zählziffer gekennzeichnet. Zu den Schaltzeichen und den Kennbuchstaben findest du eine Zusammenstellung auf Seite 300/301.

Die Kennbuchstaben der Betriebsmittelkennzeichnung stehen links oder unter dem zugehörigen Schaltzeichen.

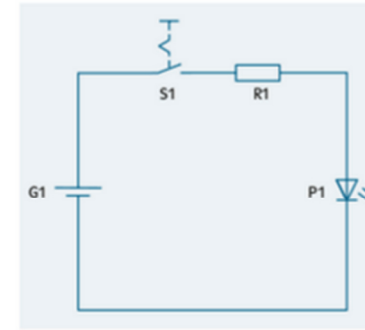
In Schaltplänen werden die Betriebsmittel grundsätzlich in **nicht** betätigtem Zustand gezeichnet. Der Stellschalter S1 in Abb. 3 ist ein Schließer, der – wenn er betätigt wurde – den Stromkreis schließt. Im Schaltplan wird er unbetätigt dargestellt.

Die LED muss immer mit einem Widerstand (man nennt ihn Vorwiderstand) an die Spannungsquelle angeschlossen werden, damit die LED nicht zerstört wird.

Schaltplanarten

Der Schaltplan 3 zeigt eine zusammenhängende Darstellung im Gegensatz zu dem Plan 4. Hier wurden die beiden Pole der Spannungsquelle „auseinandergezogen“, um den Weg des elektrischen Stroms z. B. bei der Fehlersuche besser verfolgen zu können.

- ✗ In der Elektrotechnik benutzt man Schaltpläne zur Darstellung der Zusammenhänge.
- ✗ Schaltpläne zeichnet man mit genormten Schaltzeichen.
- ✗ Je nach Verwendungszweck gibt es verschiedene Arten von Schaltplänen.



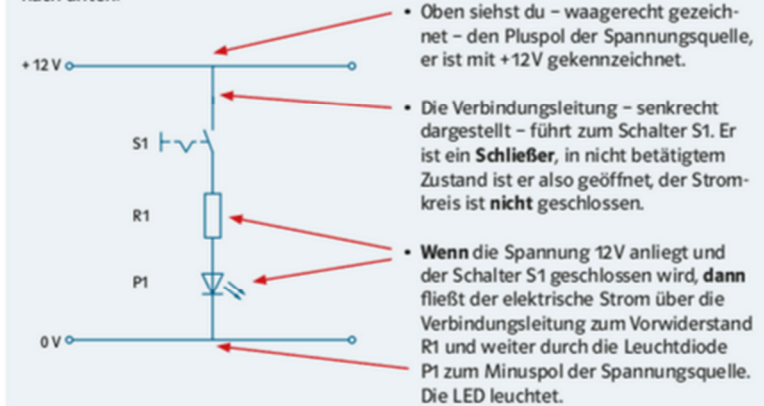
3 Schaltplan zur LED-Beleuchtung in zusammenhängender Darstellung

Schaltpläne lesen

Schaltpläne „liest“ man von links nach rechts oder von oben nach unten. An unserem Beispiel des Schaltplans der LED-Beleuchtung in aufgelöster Darstellung wollen wir diesen „Lesevorgang“ systematisch untersuchen.

Mit der **Wenn-Dann-Methode** kannst du die Schaltung nach und nach verstehen. Dazu musst du natürlich die Schaltzeichen kennen.

Wir „lesen“ unseren Schaltplan von oben nach unten:



4 Lesen des Schaltplans zur LED-Beleuchtung

A2 – E-Technik

Schaltzeichen

	Kreuzung von Leitern ohne leitende Verbindung		Relaisspule, Antrieb mit Öffner		Widerstand, temperaturabhängig, NTC-Widerstand (Heißleiter)
	links: Kreuzung von Leitern mit leitender Verbindung; rechts: Abzweig von Leitern		Relaisspule, Antrieb mit Wechsler		Widerstand, temperaturunabhängig, PTC-Widerstand (Kaltleiter)
	Batterie (von Primär- oder Sekundärzellen), Akkumulator		Relaisspule, Antrieb mit dreipoligem Wechsler		Kondensator, allgemein
	Fotoelement, Fotozelle		Relaisspule, Stromstoßrelais		Elektrolytkondensator
	Spannungsquelle mit Spannungsangabe		Reedkontakt		Halbleiterdiode, allgemein
	Gleichspannung		Lampe, allgemein, Leuchtmelder		Leuchtdiode, LED
	Wechselspannung		links: Generator rechts: Motor		Fotodiode
	Erde, allgemein		Voltmeter, Spannungsmessgerät		npn-Transistor
	Sicherung, allgemein		Amperemeter, Stromstärkemessgerät		pnp-Transistor
	Spule, Wicklung, Induktivität		Ohmmeter, Widerstandsmessgerät		npn-Fototransistor
	Schalter (allgemein) links: Schließer rechts: Öffner		links: Wecker/Klingel rechts: Summe/Schnarre		Darlington-Transistor
	handbetätigter Schalter, allgemein (Schließer)		Intervall-Signalgeber		NICHT-Element, allgemein (NOT)
	handbetätigter Schalter, Öffner		Widerstand, allgemein		UND-Element, allgemein (AND)
	handbetätigter Schalter, allgemein (Schließer rastend)		einstellbarer Widerstand		ODER-Element, allgemein (OR)
	Wechsler mit Unterbrechung, handbetätigt, rastend		Widerstand mit Schleifkontakt, Potenziometer		NICHT-UND-Element, allgemein (NAND)
	Relaisspule, Antrieb mit Schließer		Widerstand, lichtabhängig, LDR (Fotowiderstand)		NICHT-ODER-Element, allgemein (NOR)

URI – ein wichtiges Gesetz



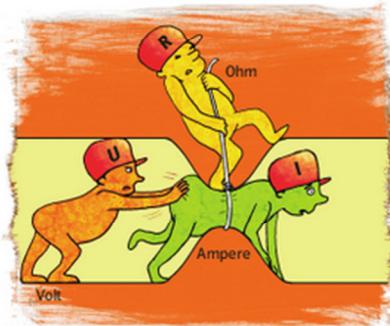
1 Taschenlampen mit neuen und fast verbrauchten Batterien

Es gibt zwar einen Kanton Uri in der Schweiz, aber der hat mit unserem Thema nichts zu tun! URI ist eine Merkhilfe für den Zusammenhang zwischen der Spannung U , dem Widerstand R und der Stromstärke I . Hinter URI steckt die Formel $U = R \cdot I$. Mit dieser Formel kann man Spannung, Strom oder Widerstand in einer Schaltung berechnen.

Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke

Die Spannung der fast verbrauchten Batterien in der Taschenlampe rechts in 1 ist geringer als die der neuen Batterien in der Taschenlampe links. Wird die Spannung kleiner, wird auch der Strom kleiner, bis die Lampe schließlich gar nicht mehr leuchtet.

Je größer die Spannung (bei gleichbleibendem Widerstand), desto größer ist die Stromstärke und umgekehrt.



2 Zusammenhang zwischen U , R und I

Zusammenhang zwischen Widerstand und Stromstärke

Der Widerstand „bremst“ den elektrischen Strom.

Je größer der Widerstand (bei gleichbleibender Spannung), desto geringer ist die Stromstärke und umgekehrt.

Abb. 2 zeigt den Zusammenhang in anderer Weise:

Der Widerstand „Ohm“ kann den Strom „Ampere“ ganz schön behindern, je nachdem, ob er stark (großer Widerstand) oder schwach (kleiner Widerstand) ist. Die Spannung „Volt“ ist der Antreiber für den Strom. Schiebt sie stark (große Spannung), wird der Strom größer – schiebt sie schwach (kleine Spannung), wird auch der Strom kleiner. Der Strom selbst hat keine richtige Wahl. Er ist davon abhängig, was die beiden anderen machen.

- ✗ Je größer der Widerstand, desto kleiner ist der Strom bei gleichbleibender Spannung.
- ✗ Je größer die Spannung, desto größer ist der Strom bei gleichbleibendem Widerstand.

Zusammenhang zwischen Spannung, Stromstärke und Widerstand

Den Zusammenhang zwischen Spannung, Stromstärke und Widerstand hat GEORG SIMON OHM als Erster beschrieben. Daher ist nach ihm das **Ohm'sche Gesetz** benannt. Strenggenommen heißt es „Ohm'sches Gesetz“ nur für $R = \text{const.}$



GEORG SIMON OHM
1789 – 1854 Professor für Mathematik und Physik an der Königlichen Polytechnischen Schule Nürnberg

Ohm'sches Gesetz mit Umstellungen

$$U = R \cdot I \quad \text{Spannung} = \text{Widerstand mal Stromstärke}$$

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{Widerstand} = \text{Spannung geteilt durch Stromstärke}$$

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{Stromstärke} = \text{Spannung geteilt durch Widerstand}$$

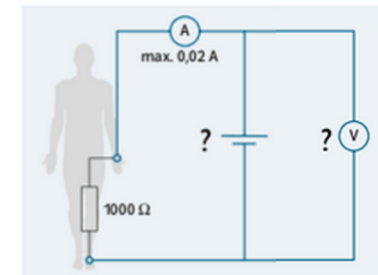
Merkhilfe zum Ohm'schen Gesetz
Verdecke in Abb. 3 die gesuchte Größe mit dem Daumen:

R gesucht – das Dreieck zeigt $\frac{U}{I}$
 U gesucht – das Dreieck zeigt $R \cdot I$
 I gesucht – das Dreieck zeigt $\frac{U}{R}$



Anwendung des Ohm'schen Gesetzes

Auch der Körper des Menschen hat einen Widerstand. Im Schaltbild 4 wurde für den Menschen ein Widerstand von 1000Ω ($1k\Omega$) angenommen. Bereits Stromstärken ab $0,02A$ ($20mA$) sind gefährlich für den Menschen.



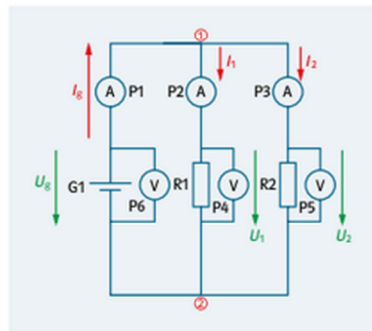
4 Schaltbild zu Aufgabe 1

In Reihe oder parallel?

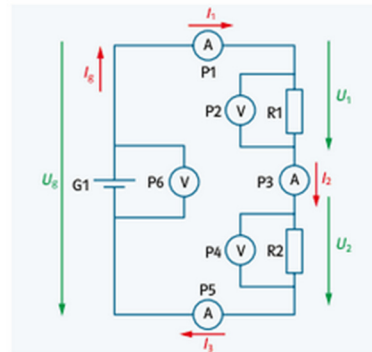


1 Mehrfachsteckdosenleiste

Die einzelnen Steckdosen einer Mehrfachsteckdosenleiste 1 liegen aufgereiht hintereinander. Wie aber sind sie in der Mehrfachsteckdosenleiste elektrisch verdrahtet? Mithilfe eines Versuchsaufbaus aus einer 4,5-V-Batterie und 2 gleichen Widerständen von je 220Ω soll diese Frage geklärt werden. Die beiden Widerstände entsprechen den an die Mehrfachsteckdose angeschlossenen Betriebsmitteln (Ladegerät, Schreibtischlampe).



3 Parallelschaltung von Widerständen



2 Reihenschaltung von Widerständen

Reihenschaltung von Betriebsmitteln

In der Reihenschaltung 2 wird der Stromkreis durch die hintereinander geschalteten Widerstände geschlossen. Der Strom fließt also hintereinander durch die in Reihe geschalteten Betriebsmittel. Fällt ein Widerstand aus oder ist ein Widerstand nicht angeschlossen, dann ist der Stromkreis unterbrochen.

Parallelschaltung von Betriebsmitteln

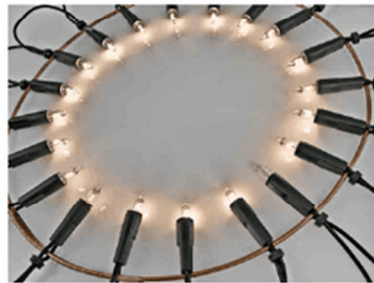
In einer Parallelschaltung 3 wird der Stromkreis schon mithilfe eines Widerstands geschlossen. Wird ein weiterer Widerstand parallel geschaltet, liegt er an derselben Spannung an. Fällt ein Widerstand aus, dann ist der Stromkreis für den anderen Widerstand nicht unterbrochen.

Auch in diesen Stromkreisen gilt: Amperemeter werden in Reihe, Voltmeter parallel geschaltet (► S.138/139).

- ✗ Reihenschaltung: Die Stromstärke ist überall gleich groß, die Spannung teilt sich auf.
- ✗ Parallelschaltung: Die Spannung ist überall gleich groß, die Stromstärke teilt sich auf.

<p>Spannungen in der Reihenschaltung In einer Reihenschaltung von zwei Widerständen ist die Gesamtspannung gleich der Summe der Teilspannungen:</p> $U_g = U_1 + U_2$	<p>Spannungen in der Parallelschaltung In einer Parallelschaltung von zwei Widerständen ist die Gesamtspannung an beiden Widerständen gleich groß:</p> $U_g = U_1 = U_2$
<p>Ströme in der Reihenschaltung In einer Reihenschaltung von zwei Widerständen ist der Strom überall gleich groß:</p> $I_g = I_1 = I_2$	<p>Ströme in der Parallelschaltung In einer Parallelschaltung aus zwei Widerständen ist der Gesamtstrom gleich der Summe der Teilströme:</p> $I_g = I_1 + I_2$
	<p>In der Parallelschaltung 3 siehst du zwei Punkte, an denen sich der Strom I_g in die Teilströme I_1 und I_2 verzweigt. Am oberen Punkt 1 teilt sich der Gesamtstrom auf in die beiden Teilströme, am unteren Punkt 2 kommen die beiden Teilströme wieder zum Gesamtstrom zusammen.</p>
<p>Widerstände in der Reihenschaltung An den beiden Widerständen fällt eine Teilspannung U_1 bzw. U_2 ab. Durch beide Widerstände fließt derselbe Strom I. Nach dem Ohm'schen Gesetz ergibt sich:</p> $R_1 = \frac{U_1}{I} \text{ und } R_2 = \frac{U_2}{I}$ <p>Da die Summe der beiden Teilspannungen U_1 und U_2 gleich der Gesamtspannung ist, ist auch die Summe der beiden Widerstände R_1 und R_2 gleich dem Gesamtwiderstand:</p> $R_g = R_1 + R_2$	<p>Widerstände in der Parallelschaltung Der Gesamtwiderstand einer Schaltung mit parallel geschalteten Widerständen wird berechnet mit:</p> $\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ <p>Berechnet man nur zwei parallele Widerstände, kann man die umgestellte Formel für den Gesamtwiderstand verwenden:</p> $R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

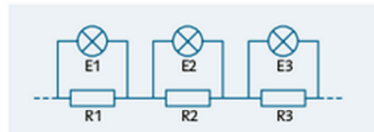
Schaltungen mischen



1 Lichterkette

Eine Glühlampe ist defekt 1 – trotzdem leuchten die übrigen Glühlampen dieser Lichterkette.

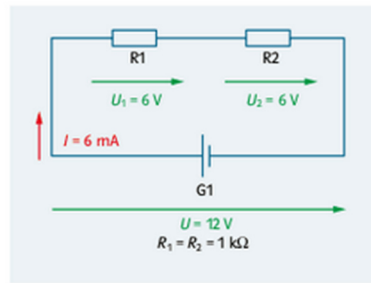
Bei einer reinen Reihenschaltung der Glühlampen könnte bei Ausfall einer Glühlampe kein Strom fließen, der Stromkreis wäre unterbrochen. Daher gehört zu jeder Glühlampe dieser Lichterkette mit einer Reihenschaltung aus 10 Glühlampen je ein Überbrückungswiderstand 2, der parallel zur Glühlampe geschaltet ist.



2 Lichterkette mit Überbrückungswiderständen

Schaltung 1

Zur Untersuchung der Zusammenhänge wird zunächst eine Schaltung aus zwei gleichen in Reihe geschalteten Widerständen R_1 und R_2 von je $1\text{ k}\Omega$ aufgebaut 3. Da die beiden Widerstände gleich groß sind, teilt sich die Gesamtspannung von 12 V auf zwei gleiche Teilspannungen von je 6 V auf. Es fließt ein Strom von 6 mA , den du mit dem Ohm'schen Gesetz berechnen kannst.



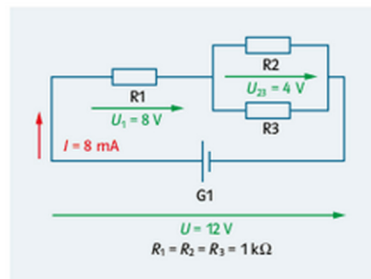
3 Reihenschaltung aus zwei gleichen Widerständen

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{12\text{ V}}{2000\ \Omega} = 0,006\text{ A} = 6\text{ mA}$$

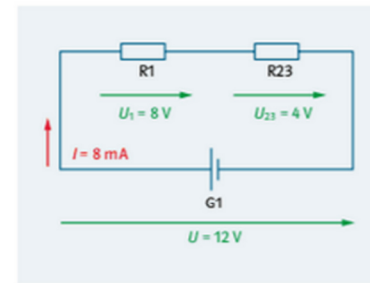
Schaltung 2

Was passiert, wenn der dritte Widerstand R_3 ($1\text{ k}\Omega$) parallel zu R_2 geschaltet wird? Du siehst in Abb. 4, dass die beiden Teilspannungen nicht mehr gleich groß sind. Die Teilspannung U_{23} an der Parallelschaltung aus R_2 und R_3 beträgt jetzt nur noch 4 V . Der Strom ist größer geworden und beträgt jetzt 8 mA . Zum besseren Verständnis werden die beiden parallel geschalteten Widerstände zu einem Widerstand R_{23} zusammengefasst und die Schaltung entsprechend umgezeichnet 5.



4 Erweiterte Schaltung

- ✗ In gemischten Schaltungen sind Reihen- und Parallelschaltungen vorhanden.
- ✗ In gemischten Schaltungen werden Widerstände schrittweise zu einem Ersatzwiderstand zusammengefasst.



5 Umgezeichnete Schaltung

Berechnung des Ersatzwiderstands

Warum ist der Strom größer geworden? Du kannst das mit dem Ohm'schen Gesetz nachvollziehen. Allerdings musst du zunächst den Widerstand der Parallelschaltung aus R_2 und R_3 berechnen. Man nennt diesen Widerstand R_{23} den **Ersatzwiderstand** aus R_2 und R_3 .

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R_{23} = \frac{1000\ \Omega \cdot 1000\ \Omega}{1000\ \Omega + 1000\ \Omega}$$

$$R_{23} = 500\ \Omega$$

Berechnung der Teilspannung an der Parallelschaltung

An den beiden parallel geschalteten Widerständen liegt die gleiche Spannung. Allerdings ist diese Spannung nun kleiner, weil der Gesamtwiderstand der Parallelschaltung aus R_2 und R_3 nur noch $500\ \Omega$ groß ist. Auch diese Spannung $U_{23} = 4\text{ V}$ kannst du mit dem Ohm'schen Gesetz berechnen.

$$U_{23} = R_{23} \cdot I$$

$$U_{23} = 500\ \Omega \cdot 0,008\text{ A}$$

$$U_{23} = 4\text{ V}$$

Gemischte Schaltung

Man nennt diese Schaltung gemischte Schaltung, weil sie eine Mischung aus einer Reihen- und Parallelschaltung darstellt. Die Lichterkette 1 besteht aus einer gemischten Schaltung von Glühlampen für je 24 V mit je einem parallel geschalteten Überbrückungswiderstand. Die Überbrückungswiderstände befinden sich meistens in den Glühlampen selbst, seltener in den Sockeln bzw. den Fassungen der Glühlampen.

Fällt eine Glühlampe aus, fließt der gesamte Strom der Lichterkette an dieser Stelle über den parallel geschalteten Widerstand und die übrigen Glühlampen leuchten, sofern sie nicht auch defekt sind.

URI in der Praxis



1 Transparentes PC-Gehäuse mit blauer LED

Du willst in das transparente Gehäuse eines PC eine blaue Leuchtdiode (LED) mit hoher Lichtstärke einbauen. Ein freier 12-V-Anschluss steht am Netzteil deines PC zur Verfügung. Die LED ist schnell gekauft und eingebaut. Nach dem ersten Einschalten gibt es einen kurzen blauen Blitz, der Rechner bootet, aber die blaue LED leuchtet nicht mehr.



2 Blaue Leuchtdiode (LED)

1. Schritt: Problem beschreiben

Überlege dir zuerst, wie das Problem beschrieben werden kann.

Netzteil des PC:	12 V
Annahme:	Leuchtdiode für 12V geeignet
Aufblitzen der LED:	LED wurde zerstört
Ursache:	zu hohe Spannung an der LED

2. Schritt: Fehlerursache ermitteln

Im Datenblatt stehen die Kenndaten der blauen LED.

Auszug aus dem Datenblatt:
 Betriebsspannung 3,5V
 Betriebsstrom 20mA
 Wellenlänge 465nm
 Betriebstemperatur – 40 ... 85°C

Für welche größte Spannung ist die LED geeignet, welche Spannung liefert dagegen das PC-Netzteil?

LED:	3,5V
Spannung des PC-Netzteils:	12V
Anschluss der LED an 12V:	sofortige Zerstörung

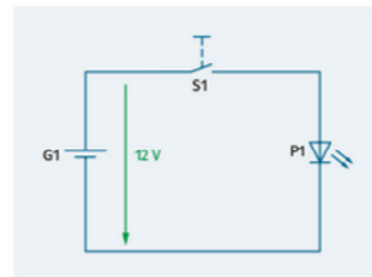
3. Schritt: Schaltplan zeichnen

Wenn das PC-Netzteil 12V liefert, sind 8,5V (Differenz von 12V zu 3,5V) zu viel an Spannung vorhanden. Wie sieht der Schaltplan dazu aus – zunächst noch ohne eine Lösung des Problems?

4. Schritt: Lösung des Problems ermitteln

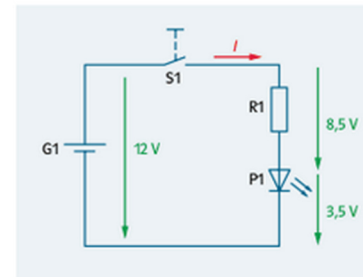
Durch welche Schaltungsänderung kannst du dafür sorgen, dass die überschüssige Spannung von 8,5V **nicht** an der LED anliegt?

Ein Strom, der durch einen Widerstand fließt, bewirkt an diesem Widerstand einen Spannungsfall. Mit einem zusätzlichen Widerstand kann also die Spannung an der LED verringert werden. Wie muss dieser Widerstand geschaltet werden – in Reihe oder parallel – und wie kann er berechnet werden?



3 Schaltplan

✗ Das Ohm'sche Gesetz hilft bei der Lösung elektrotechnischer Probleme. Schaltpläne erleichtern dabei den Überblick.



4 Schaltplan zur Lösung des Problems

5. Schritt: Rechnung zur Problemlösung

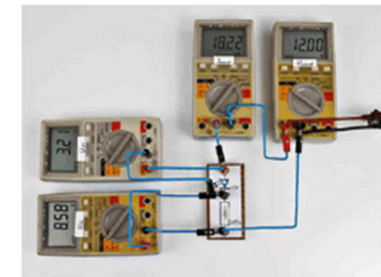
An dem Vorwiderstand soll die überschüssige Spannung von 8,5V abfallen. Damit ist klar, wie er geschaltet werden muss – in Reihe, denn an ihm soll ja die überschüssige Spannung von 8,5V und nicht die Gesamtspannung von 12V anliegen. Wäre er parallel geschaltet, würden alle Betriebsmittel an derselben Spannung liegen. Zur Berechnung des Vorwiderstands benötigst du den Strom, der über die LED fließt – man nennt ihn den **Betriebsstrom**. In unserem Beispiel ist er 20 mA groß.

Anwendung des Ohm'schen Gesetzes:

$$R_v = \frac{U}{I}$$

$$R_v = \frac{8,5V}{20mA} = 425 \Omega$$

Sicherheitshalber wird immer der nächsthöhere genormte Wert für den Widerstand gewählt – in diesem Fall 470 Ω .



5 Versuchsaufbau mit vier Digitalmultimetern

6. Schritt: Versuch aufbauen

Der Versuchsaufbau zeigt, dass die Lösung funktioniert. Allerdings leuchtet die LED zu hell. Wie kannst du die Stromaufnahme verringern? Benutze das Ablaufschema zur Problemlösung und baue anschließend die Schaltung auf.

1. Problem beschreiben



2. Fehlerursache ermitteln



3. Schaltplan zeichnen



4. Lösung des Problems ermitteln



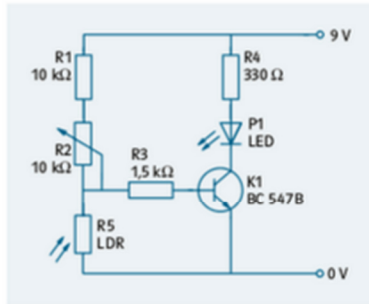
5. Rechnung zur Problemlösung



6. Versuch aufbauen

6 Ablaufschema zur Lösung eines elektrotechnischen Problems

Schaltungen planen

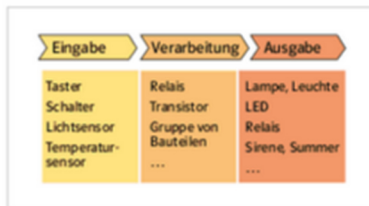


1 Dunkelschaltung als Modell für eine Haustürbeleuchtung

Schaltungen bieten Lösungen für alltägliche Probleme und sollen zuverlässig arbeiten. Daher musst du sie sorgfältig planen und berechnen, bevor du sie anfertigst. Gehe dabei systematisch vor und dokumentiere deine Ideen so, dass deine Mitschülerinnen und Mitschüler mithilfe deiner Unterlagen alles nachvollziehen können. Verwende einfache Sätze, Berechnungen und übersichtliche, beschriftete Schaltpläne. Die Planung wird am Beispiel einer Haustürbeleuchtung verdeutlicht.

Problemstellung erfassen

Zur Haustürbeleuchtung wird eine Lampe abends eingeschaltet. Morgens soll sie zwar ausgeschaltet werden, sie wird jedoch von den Hausbewohnern oft vergessen. Dadurch wird wertvolle Energie verschwendet.



2 EVA-Prinzip

Anforderungsliste erstellen

Um ein Problem zu lösen, muss man es zunächst genau analysieren und begreifen. Dazu sind alle Anforderungen aufzulisten, die die gesuchte Lösung erfüllen soll. Du musst ermitteln, was die zu bauende Schaltung können soll, welche physikalischen Größen mit der Schaltung erfasst werden sollen und welches Ausgangssignal erzeugt werden soll. Mit der gesuchten Schaltung soll demnach eine Lampe automatisch ein- und ausgeschaltet werden, je nachdem, ob es draußen dunkel oder hell ist.

Das EVA-Prinzip

Die Bauteile einer elektronischen Schaltung sollen so zusammenwirken, dass sie eine Gesamtaufgabe erfüllen. Man sucht die Bauteile daher systematisch und gezielt aus. Dazu wird die Gesamtschaltung in drei Bereiche unterteilt. Diese Schaltungsteile haben grundsätzlich die Aufgabe, ein Signal zu erfassen, zu verarbeiten oder auszugeben. Man sagt, die Schaltung arbeitet nach dem EVA-Prinzip 2: Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe.

Lösungsideen finden und auswählen

- Manchmal musst du dich über mögliche Lösungen mithilfe von Büchern oder Datenblättern der Hersteller informieren.
- Außerdem kannst du darüber mit deinen Mitschülerinnen und Mitschülern diskutieren und ihre Anregungen anhören. Auch Teillösungen kannst du notieren und später nutzen.
- Überlege, welche Materialien benötigt werden, und liste sie auf. Die verschiedenen Bauteile bzw. ihr Zusammenwirken in der Schaltung lassen sich nach dem EVA-Prinzip 2 auswählen. Vielleicht kannst du die gefundenen Teillösungen erweitern und kombinieren.
- Entscheide dich für die Lösungsidee, die mit dem kleinsten Aufwand die Anforderungen gut erfüllt.

- Um ein Problem zu lösen, muss man es zunächst analysieren.
- Man muss Schaltungen sorgfältig planen und berechnen.
- Elektronische Schaltungen arbeiten nach dem EVA-Prinzip.

Beispiel Dunkelschaltung 1

Eingabe: Mit einem Fotowiderstand (LDR) als Lichtsensor soll die Helligkeit erfasst werden.
Ausgabe: Die Rolle der Ausgabe hat eine Lampe, die ein- oder ausgeschaltet werden soll. Anstatt einer Lampe wird jedoch eine blaue LED benutzt.
Verarbeitung: Die Verarbeitung des Signals übernehmen ein Transistor und der Spannungsteiler aus R_1 , R_2 und R_3 . Mit dem veränderbaren Widerstand R_4 kann man einstellen, bei welcher Lichtstärke der Transistor durchschaltet.

Man muss sicherstellen, dass die LED den LDR nicht anstrahlt. Das kann die Funktion der Dunkelschaltung stören. Damit der Transistor als Schalter arbeiten kann, muss die Basis-Emitter-Spannung nämlich die 0,7-V-Durchlassspannung über- bzw. unterschreiten. Je dunkler es ist, desto größer wird der LDR-Widerstand. Dadurch vergrößert sich auch die Basis-Emitter-Spannung, bis sie die 0,7-V-Grenze überschritten hat. Der Transistor wird leitend und die LED leuchtet.

Bauteile auswählen und berechnen

Es empfehlen sich Bauteile (feste Widerstände, LDR) mit möglichst großen Widerstandswerten, damit die Stromstärken klein bleiben und die Bauteile nicht zu heiß werden. Mithilfe von Datenblättern werden bei unserem Beispiel ein Transistor, eine blaue Leuchtdiode und ein Fotowiderstand passend ausgewählt. Widerstände gibt es allerdings nur mit bestimmten Werten aus der entsprechenden Widerstandsreihe zu kaufen. Da die berechneten Widerstandswerte selten mit diesen Nennwerten übereinstimmen, nimmt man die nächsthöheren Nennwerte.

E12	E24	E12	E24	E12	E24
1,0	1,0	2,2	2,2	4,7	4,7
	1,1		2,4		5,1
1,2	1,2	2,7	2,7	5,6	5,6
	1,3		3,0		6,2
1,5	1,5	3,3	3,3	6,8	6,8
	1,6		3,6		7,5
1,8	1,8	3,9	3,9	8,2	8,2
	2,0		4,3		9,1

3 Nennwerte der Reihen E12 und E24

Berechnung der Dunkelschaltung

Die folgenden Berechnungen basieren auf der E12-Reihe. Die Abweichungen der Nennwerte von den errechneten Widerstandswerten sind hierbei relativ klein. Ein Transistor vom Typ BC 547B besitzt die nötigen Merkmale:

- Er kann Kollektor-Stromstärken bis 100 mA schalten.
- Die Kollektor-Emitter-Spannung kann maximal 45 V betragen.

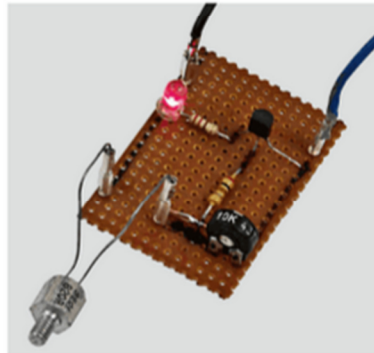
Berechnung des LED-Vorwiderstands:

Versorgungsspannung 9-V-Blockbatterie; blaue Leuchtdiode: 2,9 V/20 mA

$$\text{Vorwiderstand } R_4 = \frac{9V - 2,9V}{0,02A} = 305\Omega$$

Je nachdem, welcher Fotowiderstand benutzt wird, ergeben sich andere Werte für die Widerstände R_1 , R_2 und R_3 . Geht man davon aus, dass der Widerstand des LDR bei Dunkelheit maximal 10 kΩ sein kann, so gilt: $R_2 = 10\text{ k}\Omega$ und $R_3 = 10\text{ k}\Omega$. Der Ersatzwiderstand $R_{12} = R_1 + R_2$ soll nämlich ca. doppelt so groß sein wie der höchste Wert, den R_3 (LDR) annehmen kann. Für den Basisvorwiderstand des Transistors ergibt sich bei der vorliegenden Schaltung $R_1 = 1,5\text{ k}\Omega$.

Transistor – ein elektronisches Bauteil



1 Warmhaltung mit einer roten LED

Besonders in heißen Sommermonaten kann die Temperatur im Gehäuse deines Computers zu stark ansteigen. Du willst mithilfe einer LED automatisch anzeigen lassen, dass eine bestimmte Temperatur im Gehäuse (z. B. 40°C) überschritten ist. Eine 9-V-Blockbatterie und eine LED samt dem Schutzwiderstand sind schnell gekauft. Welche Bauteile sind noch für die elektronische Schaltung 1 mit der LED nötig? Wie sollen sie geschaltet werden?

Mit einem NTC als Temperaturfühler wird die Temperatur im PC-Gehäuse erfasst. Damit die Temperatur genau gemessen werden kann, wird der Strom durch den Fühler sehr klein gehalten. Durch die rote LED muss aber ein viel größerer Strom fließen, damit sie leuchtet. Du brauchst dafür einen Transistor als elektronischen Schalter.

Allgemeines zu Transistoren

Transistoren werden aus Silizium und Germanium hergestellt. Besondere Bedeutung haben Transistoren beispielsweise in der Nachrichtentechnik und in Computersystemen. Fast alle elektronischen Schaltungen und Geräte verwenden Transistoren. Sie werden dafür eingesetzt, geringe Ströme bzw. Spannungen zu **verstärken**.

Transistoren können aber auch als **Schalter** arbeiten. Sie sind überall dort zu finden, wo Prozesse (Temperatur, Druck, Strom, ...) überwacht und bei Störungen eine Anlage automatisch in einen betriebssicheren Zustand versetzt werden soll. Transistoren kommen in unterschiedlichen Arten und in vielen Bauformen und Baugrößen vor 3.

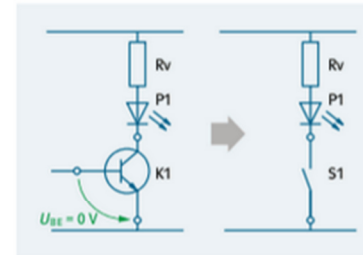
Transistoren

Alle Transistorarten verfügen über drei Anschlüsse. Die Anschlüsse werden Basis (B), Kollektor (C) und Emitter (E) genannt. Mit einem Transistor kann ein kleiner Strom (Steuerstrom) durch die Basis einen größeren Arbeitsstrom steuern. Wie beim Relais gibt es in einer Transistor-schaltung 4 zwei Stromkreise: den Steuerstromkreis und den Arbeitsstromkreis. Im **Steuerstromkreis** liegt die Basis-Emitter-Strecke des Transistors. Für die Funktion des Transistors ist der Steuerstrom I_b (auch Basisstrom genannt) bzw. die Basis-Emitter-Spannung U_{BE} ausschlaggebend. Der **Arbeitsstromkreis** besteht aus dem Verbraucher und der Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors. Der Arbeitsstrom I_c (auch Kollektorstrom genannt) ist immer ein Vielfaches höher als der steuernde Basisstrom. Der **Stromverstärkungsfaktor** B ist das Verhältnis $B = I_c / I_b$.



3 Transistoren in verschiedenen Bauformen und Größen

- ✗ Transistoren können als elektronische Schalter eingesetzt werden.
- ✗ Mit dem kleinen Basisstrom eines Transistors kann man einen großen Arbeitsstrom steuern.

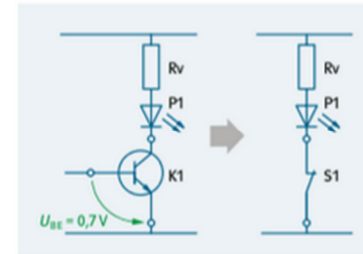


4 Gesperrter Transistor mit Ersatzschaltung

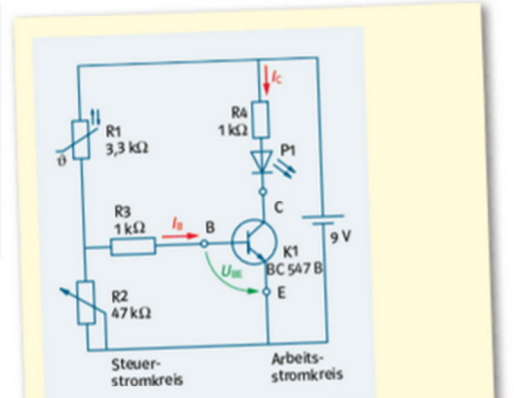
Transistor als Schalter

Ist die Basis-Emitter-Spannung U_{BE} kleiner als die **Durchlassspannung** (0,7V), so sperrt der Transistor den Kollektor-Emitter-Strom I_c . Die Kollektor-Emitter-Strecke ist nun ein offener Schalter 5.

Übersteigt U_{BE} die Durchlassspannung, so wird der Transistor leitend und ist vergleichbar mit einem geschlossenen Schalter 6. Vorteilhaft ist außerdem, dass das Schalten mit Transistoren schnell und geräuschlos ist.



5 Leitender Transistor mit Ersatzschaltung



6 Warmhaltung

Funktionsweise einer Warmhaltung

Während der Arbeit am PC steigt die Temperatur im Gehäuse. Dadurch sinkt der Widerstand des NTC R_t . Das bedeutet, dass die Spannung an R_1 auch sinkt.

Da sich aber die 9V-Spannung der Batterie auf die Widerstände R_1 und R_2 verteilt, steigt U_{BE} und somit auch U_{CE} .

Der regelbare Widerstand R_2 wird auf den Wert eingestellt, bei dem die Spannung U_{BE} bei genau 40°C die Durchlassspannung von 0,7 V erreicht. Tritt dies ein, so wird der Transistor K1 (z. B. BC 547B) durchgeschaltet und die rote LED leuchtet.

Es sollte dann für die Lüftung des PC-Gehäuses so lange gesorgt werden, bis die LED erlischt bzw. bis die Temperatur weit unter 40°C und die Basis-Emitter-Spannung unter 0,7V gesunken sind. Dann leitet der Transistor keinen Strom mehr.



2 Schaltzeichen npn-Transistor mit Anschlussbezeichnungen

Hellschaltung: Ostfriesenlampe



1 Ostfriesenlampe

Diese Lampe ist eine an einem Galgen frei hängende Lampe mit einfallsreicher Bedienung. Das Besondere besteht darin, dass man sie wie eine Kerze mit der Flamme eines Streichholzes oder eines Feuerzeugs einschalten und durch Pusten ausschalten kann. Werden Leuchtdioden anstelle von Glühlampen verwendet, so kann man sogar Energie sparen. Lass deiner Kreativität beim Design und Bau dieser Lampe also freien Lauf!

Hell- oder Dunkelschaltung

Bei einer Dunkelschaltung leuchtet eine Lampe automatisch, wenn es dunkel ist, und erlischt, wenn es hell ist. Bei einer Hellschaltung ist es umgekehrt. In beiden Fällen erfolgt das Ein- und Ausschalten der Lampe automatisch mithilfe der elektronischen Schaltung.

Funktionsprinzip der Ostfriesenlampe

Hinter der Ostfriesenlampe verbirgt sich eine Hellschaltung. Die zugehörige Leiterplatte wird in einer lichtundurchlässigen Schachtel untergebracht, die mit einem kleinen Loch auf der oberen Seite versehen ist. Der lichtempfindliche Widerstand (LDR) wird so angeordnet, dass er genau unter diesem Loch liegt. So kann Licht von außen durch das Loch zum sonst abgedunkelten LDR dringen.

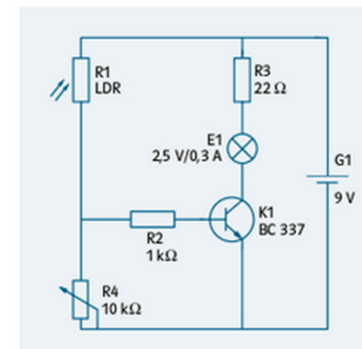
Lampe einschalten

Im ausgeschalteten Zustand besitzt der LDR einen hohen Widerstandswert. Will man die Lampe einschalten, so beleuchtet man den lichtempfindlichen Widerstand z.B. mit einem Streichholz. Dies führt dazu, dass der Widerstandswert der LDR sinkt und die Basis-Emitter-Spannung steigt. Der Transistor wird leitend und die Lampe leuchtet. Da man das Leuchtmittel so ausgerichtet hat, dass es im Ruhezustand direkt über dem Loch hängt bzw. den LDR anstrahlt, bleibt es auch nach dem Entfernen des Streichholzes weiterhin an.

- ✗ Bei einer Hellschaltung können Lampen mithilfe von Licht eingeschaltet werden.
- ✗ Mit der Darlington-Schaltung lassen sich große Kollektorströme durch sehr kleine Basisströme steuern.

Lampe ausschalten

Zum Ausschalten der Lampe genügt es, die frei hängende Lampe durch Auspusten etwas vom Loch wegzubewegen, um den LDR zu verdunkeln. Dadurch steigt der Spannungsabfall an dem LDR an, die Basis-Emitter-Spannung sinkt und der Transistor wird gesperrt. Die Lampe erlischt.



2 Schaltung der Ostfriesenlampe

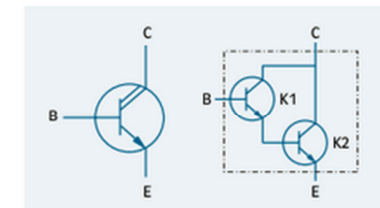
Schalten mit der Darlington-Schaltung

Oft reicht das Licht einer kleinen Lampe bzw. einer einzelnen Leuchtdiode nicht aus, um einen Raum komplett auszuleuchten. Es ist daher notwendig, mehrere Leuchtdioden oder ein lichtstarkes Leuchtmittel zu verwenden. In diesem Fall muss man besonders darauf achten, dass der Transistor nicht überlastet wird. Es gibt zwar Transistoren, die große Kollektorströme schalten können, die entsprechenden Basisströme sind jedoch auch groß. In der vorliegenden

Schaltung kann der Spannungsteiler bestehend aus dem LDR und dem Potenziometer R_2 aber nur sehr geringe Ströme liefern. Es muss also eine Lösung gefunden werden, bei der sich große Kollektorströme mit sehr kleinen Basisströmen steuern lassen. Dies kann eine Darlington-Transistorschaltung leisten. Die Darlington-Transistorschaltung besitzt auch die Anschlüsse für die Basis, den Emitter und den Kollektor.

Es gibt auch fertige Darlington-Transistoren in einem Gehäuse zu kaufen, die im Inneren wie die Darlington-Schaltung aufgebaut sind.

Die Schwellenspannung ist allerdings doppelt so groß wie bei einzelnen Transistoren. Sie beträgt $U_{BE} = 1,4V$. Der Gesamtstromverstärkungsfaktor B wird aus dem Produkt der Stromverstärkungsfaktoren der einzelnen Transistoren berechnet: $B = B_1 \cdot B_2$. Die Widerstände der zugehörigen Schaltung müssen bei Verwendung des Darlington-Transistors passend dimensioniert werden.



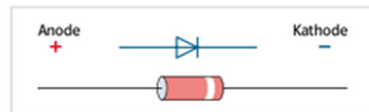
3 Schaltzeichen (links) und Innenaufbau des Darlington-Transistors (rechts)

Dioden und Sensoren entdecken

Bei einigen elektronischen Bauteilen muss man auf die **Polarität** (Plusseite und Minusseite) achten. Nur wenn die Bauteile richtig herum eingebaut sind, kann die Schaltung einwandfrei arbeiten. **Dioden** zählen zu diesen polungsabhängigen Bauteilen. Soll aus technischen Gründen der Strom in eine bestimmte Richtung fließen, so können Dioden verwendet werden. Die Dioden werden dann so angeschlossen, dass sie den Strom nur in die gewünschte Richtung durchlassen.

Diode

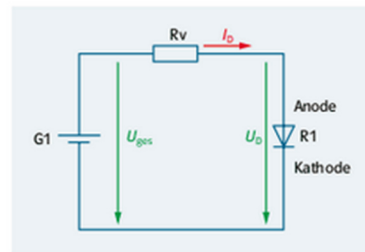
Die Diode ist ein elektronisches Bauteil, das vorwiegend aus Silizium hergestellt wird. Sie besitzt zwei Anschlüsse, die **Anode** und **Kathode** genannt werden. Die Kathodenseite ist an einem Ring am Gehäuse der Diode festzustellen.



1 Schaltzeichen und Markierung Diode

Wirkungsweise von Dioden

Dioden werden oft als elektrische Ventile bezeichnet. Fahrradventile lassen die Luft beim Aufpumpen nur in eine Richtung durch. Dioden lassen den Strom nur in einer Richtung fließen. Zum Aufpumpen eines Fahrradreifens muss ein gewisser Druck mit der Luftpumpe erzeugt werden. Ähnlich muss bei Dioden eine bestimmte **Durchlassspannung** U_D , auch **Schwellenspannung** genannt, vorhanden sein, damit überhaupt Strom von der Anode zur Kathode fließen kann. Die Diode sperrt den Strom solange, bis die Schwellenspannung erreicht ist. Die Diode ist in **Durchlassrichtung** geschaltet, wenn sie mit der Anode an den Pluspol und mit der Kathode an den Minuspol der Spannungsquelle angeschlossen ist.



2 Diode in Durchlassrichtung mit Vorwiderstand

Vorwiderstand einer Diode

Ist die Spannung U_D von Anode zu Kathode positiv und höher als die Schwellenspannung, so steigt der Durchlassstrom I_D rasch an. Dies kann zur Zerstörung der Diode führen. Daher wird ein Vorwiderstand R_V benötigt, der diesen Strom begrenzt und dadurch die Diode schützt.

Berechnungsbeispiel:

$$U_{ges} = 9V; U_D = 0,7V; I_D = 10mA$$

$$R_V = \frac{U_{ges} - U_D}{I_D} = \frac{9V - 0,7V}{0,01A} = 830\Omega$$

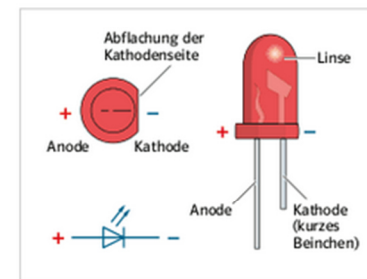
Leuchtdiode (LED)

(**LED: Light Emitting Diode**, Licht aus-sendende Diode)
Leuchtdioden sind auch polungsabhängig. Sie werden aus unterschiedlichen Halbleitermaterialien hergestellt und können Licht



3 LEDs in unterschiedlichen Farben

- ✗ Dioden lassen den elektrischen Strom nur in einer Richtung durch.
- ✗ LEDs sind Dioden, die unterschiedliche Farben aussenden können.
- ✗ Mit Sensoren lassen sich verschiedene physikalische Größen erfassen.



4 Ansichten Leuchtdiode und Schaltzeichen

aussenden. Es gibt sie in mehreren Farben. LEDs werden in verschiedenen Bereichen der Technik als Anzeigeelemente, als Lampen und in der Fernsichttechnik (LED-Fern-seher) eingesetzt.

Aufbau einer Leuchtdiode

LEDs besitzen eine Glas- oder Kunststoff-linse und zwei Anschlüsse. Die Kathode erkennt man daran, dass das entsprechende Beinchen kürzer ist und diese Seite abgeflacht ist.

Unterschiedliche Dioden bzw. LEDs haben verschiedene Durchlassspannungen und benötigen daher unterschiedliche Vorwiderstände zum Schutz vor zu hohen Strömen.

Spezielle Sensoren und ihre Aufgaben

Sensoren, die auch Messfühler genannt werden, sind technische Bauteile. Mit ihnen kann man physikalische Größen wie Helligkeit, Temperatur oder Druck erfassen.

Fotowiderstand (LDR)

(**LDR: Light Dependent Resistor**, lichtabhängiger Widerstand)

Ein Fotowiderstand ist ein Widerstand, dessen Wert von der Beleuchtungsstärke abhängig ist. Der Widerstand wird umso kleiner, je intensiver das einfallende Licht ist. LDRs werden beispielsweise in Kombination mit Relais in Dämmerungsschaltern eingesetzt. Dadurch kann sich z. B. eine Hausröhrlampe automatisch ein- und ausschalten, je nachdem, ob es draußen dunkel oder hell ist.



5 Fotowiderstand mit Schaltzeichen



6 Schaltzeichen PTC-Widerstand



7 Schaltzeichen NTC-Widerstand

NTC- und PTC-Widerstand

(**NTC: Negative Temperature Coefficient**, **PTC: Positive Temperature Coefficient**)
NTC- und PTC-Widerstände werden auch Heißeleiter bzw. Kaltleiter genannt. Sie sind Temperaturfühler und verändern ihren Widerstandswert mit der Temperatur. Der elektrische Widerstand bei Heißeleitern (NTC) sinkt mit steigender Temperatur. Der Widerstandswert bei Kaltleitern (PTC) vergrößert sich mit steigender Temperatur.

Eine Maschine demontieren



1 Arbeitsplatz vor Beginn der Arbeit

Die Demontage einer Maschine kann notwendig sein, um

- den inneren Aufbau zu verstehen,
- erlaubte Pflege- und Wartungsarbeiten auszuführen oder
- in einer defekten Maschine den Fehler zu finden.

Damit euch eine sachgerechte Demontage gelingt, müsst ihr in einer bestimmten Reihenfolge Schritt für Schritt arbeiten. Das ist umso wichtiger, wenn ihr die Maschine wieder zusammenbauen wollt.

Demontiere nie Maschinen und Geräte, die mit mehr als 24V betrieben werden, wenn du sie wieder zusammenbauen (remontieren) und in Betrieb nehmen willst!

1. Schritt: Demontage vorbereiten

- Beschafft euch zuerst so viele Informationen wie möglich über die Maschine, die ihr demontieren wollt. Besorgt euch vom Fachhandel entsprechende Explosionszeichnungen und Stücklisten. Auch im Internet findest du gute, leider nicht



2 Benötigte Werkzeuge zur Demontage eines Akku-Bohrschraubers

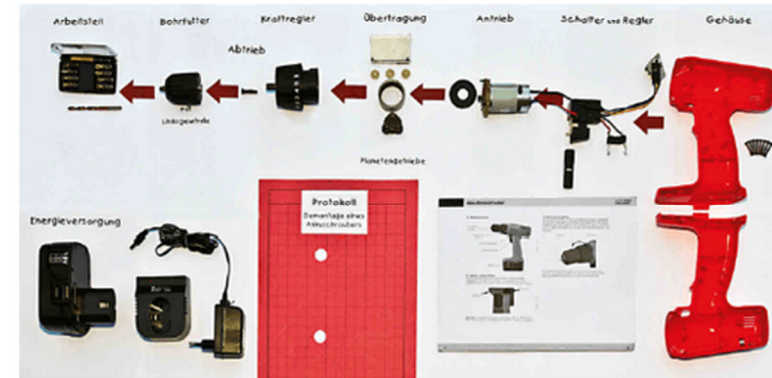
immer kostenlose Abbildungen, wenn du nach „**Stückliste Markenname Gerätetyp/Gruppe**“ suchst.

- Mit welcher Dokumentationstechnik wollt ihr die Demontageschritte festhalten? Gibt es eine Explosionszeichnung des Geräts? Könnt ihr selbst eine anfertigen? Oder macht es mehr Sinn, die einzelnen Schritte der Demontage zu fotografieren und mit den Fotos ein Schaubild zu erstellen?
- Legt in eurer Gruppe fest, wer welche Aufgaben übernimmt:
 - Wer demontiert die Maschine?
 - Wer protokolliert die Arbeitsschritte?
 - Wer zeichnet oder fotografiert?

2. Schritt: Arbeitsplatz einrichten

- Schafft eine freie Arbeitsfläche 1, die für alle Beteiligten genug Platz zum Arbeiten bietet. Legt die benötigten Werkzeuge übersichtlich bereit 2. Bereitet alles für die Dokumentation vor.
- Versucht vor der Demontage festzustellen, mit welchen Verbindungstechniken das Gerät zusammengefügt wurde. Sind sie lösbar (geschraubt, gesteckt,

- ✗ Bei einer Demontage wird eine Maschine so weit wie möglich in ihre Einzelteile zerlegt.
- ✗ Die sachgerechte Demontage einer Maschine besteht aus drei Schritten: Vorbereitung, Einrichtung des Arbeitsplatzes, Durchführung.



3 Maschinenelemente des Akku-Bohrschraubers, nach Demontageschritten angeordnet

geklemmt) oder müssen Quetschverbindungen getrennt werden?

3. Schritt: Demontage durchführen

- Arbeitet beim Demontieren Schritt für Schritt. Macht euch Notizen zu den demontierten Teilen und legt sie in der Reihenfolge der Demontage geordnet ab.
- Analysiert genau, wie die einzelnen Bauteile zusammengefügt wurden. Kann man sie problemlos trennen und wieder zusammenfügen oder müsst ihr für den Zusammenbau weitere Hilfsmittel besorgen (Nieten durch Schrauben ersetzen, Quetschverbindungen neu setzen usw.)?
- Achtet bei der Demontage darauf, dass das Gerät nicht plötzlich in Einzelteile zerfällt. In vielen Geräten sind Federn und Klemmen verbaut, die bei einer

Demontage kaum kontrollierbar auseinanderspringen können.

- Versucht beim vorsichtigen Auseinanderziehen der Bauelemente zu ergründen, wie sie zusammenwirken. Achtet auf Drehrichtungen, Bewegungsfreiräume und Spiel in Lagern.

1. Demontage vorbereiten



2. Arbeitsplatz einrichten



3. Demontage durchführen

4 Ablauf einer Demontage

Eine Maschine remontieren

Nach der Demontage kann man die Baugruppen und auch die Einzelteile der Maschine erkennen. Sie sollten in der Reihenfolge wie bei einer Explosionszeichnung

liegen. Diese Anordnung hilft dabei, die Maschine wieder richtig zusammenzubauen – zu remontieren.



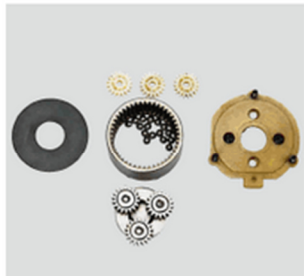
1 Geöffnetes Gehäuse eines Akku-Bohrschraubers



2 Gehäuseteile



3 Antriebs- oder Energieteil



4 Übertragungsteil: Getriebe



5 Abtriebs- oder Arbeitsteil



6 Schalt-, Steuer- oder Regelteile

- ✗ Bei einer Remontage wird eine zerlegte Maschine wieder funktionsfähig zusammengesetzt.
- ✗ Die sachgerechte Remontage einer Maschine besteht aus drei Schritten: Vorbereitung, Durchführung, Funktionsprüfung.

1. Schritt: Remontage vorbereiten

Die Bauteile 2 bis 6 liegen zur Remontage bereit und müssen wie in Abb. 1 wieder in das Gehäuse eingepasst (remontiert) werden.

- Schaut in euer Protokoll und erinnert euch, in welcher Reihenfolge ihr die Maschine demontiert habt.
- Schafft eine freie Arbeitsfläche. Legt die benötigten Werkzeuge und Hilfsmittel übersichtlich bereit.
- Legt die vorhandenen Demontageprotokolle, Zeichnungen oder Stücklisten bereit.
- Sind neue Quetsch- oder Lötverbindungen notwendig? Falls ihr die entsprechende Technik noch nicht beherrscht, übt sie erst an Probestoffen.
- Sprecht genau ab, in welcher Reihenfolge ihr die Remontage vornehmen wollt und wer welche Aufgabe übernimmt.

2. Schritt: Remontage durchführen

- Achtet darauf, dass ihr bei der Remontage gut zusammenarbeitet. Bei manchen Arbeitsschritten braucht man „vier Hände“, um Werkzeuge zuzureichen oder Bauteile zu halten.
- Fügt die demontierten Bauteile zusammen, wie sie im Protokoll, Schaubild oder der Explosionsanordnung festgehalten wurden.
- Beachtet, dass bei der Remontage vom zentralen Bauelement oder aber vom tragenden Gestell nach außen gearbeitet wird.
- Bedenkt, dass manche Maschinenelemente eigene Untergruppen bilden. Sie müssen zuerst zusammengefügt werden,

ehe sie am Hauptgehäuse befestigt werden können. Einige Baugruppen müssen vor dem Zusammenbau gefettet werden.

- Notiert im Protokoll, wenn es Schwierigkeiten bei der Remontage gibt.

3. Schritt: Funktion überprüfen

- Überprüft nach erfolgter Remontage, ob alle bedeutsamen Teile sachgerecht zusammengebaut wurden. Wichtig sind auch Sicherheitsteile wie Isolierungen, festgezogene Schrauben, saubere Abdeckungen oder sonstige Schutzvorrichtungen.
- Eine remontierte Maschine sollte immer mit einem Probelauf überprüft werden. Erst nach erfolgreichem Probelauf gibt sie der verantwortliche Monteur oder die Monteurin wieder für die Benutzung frei.

1. Remontage vorbereiten



2. Remontage durchführen



3. Funktion überprüfen

7 Ablauf einer Remontage

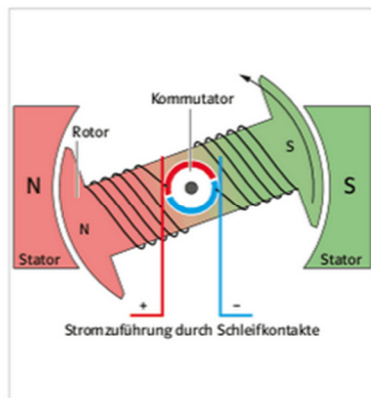
Selbst eine kleine Schraube, die man nach der Remontage übrig hat, kann bei der Inbetriebnahme schwere Funktionsfehler nach sich ziehen.

Alternative Antriebe für Fahrzeuge

- ✗ Elektromotoren sind eine Alternative oder eine mögliche Ergänzung zu Verbrennungsmotoren.
- ✗ Elektromotoren wandeln abgasfrei elektrische Energie in Bewegungsenergie um.



1 Geöffneter Elektromotor



2 Aufbau eines Elektromotors

Seit der Erfindung der Verbrennungsmotoren vor über 100 Jahren ist der globale Energiebedarf sehr stark angestiegen. Die weltweiten Energievorräte, vor allem an Erdöl, sind jedoch begrenzt. Zusätzlich wird die Umweltbelastung durch Abgase zunehmend problematisch. Deshalb denkt man zunehmend über den Einsatz alternativer Antriebe für Fahrzeuge nach.

Der Elektromotor

Elektromotoren werden schon lange als alternative Antriebsmöglichkeit anstelle von Verbrennungsmotoren in ortsgebundenen Maschinen eingesetzt, z. B. in Snackautomaten und Kopierern. Elektromotoren wandeln elektrische Energie in Bewegungsenergie um. Dabei entstehen keine Abgase. Elektromotoren bestehen im Wesentlichen aus drei Bestandteilen 2: Der **Stator** ist der feststehende Teil und besteht aus einem Dauermagneten oder alternativ einem Elektromagneten. Der **Rotor** ist eine drehbar gelagerte Spule mit Eisenkern. Der **Kommulator** stellt über Schleifkontakte die

Verbindung des Rotors mit einer elektrischen Spannungsquelle her. Legt man eine elektrische Spannung an, dreht sich der Rotor und damit die Rotorachse.

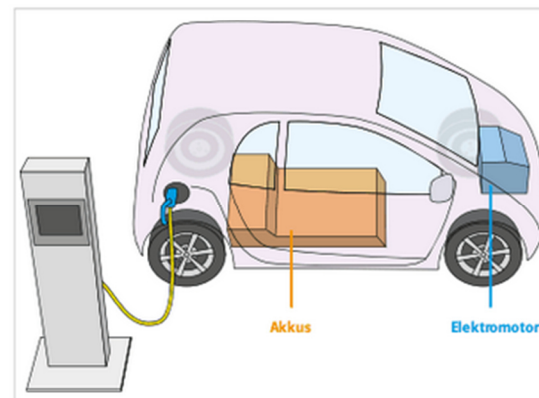
Elektromotoren erreichen hohe Drehzahlen. Ein Getriebe reduziert die Drehzahl und erhöht dabei die Kraft (► S.102/103).

Energiequellen für Elektroantriebe

Die notwendige elektrische Energie für den Elektroantrieb ist in **Akkumulatoren** (kurz: Akkus) gespeichert 4. Um mit Elektroantrieben vergleichbare Reichweiten zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren zu erreichen, benötigt man sehr große Akkukapazitäten. Dies scheiterte bisher oft am enormen Gewicht, dem Platzbedarf und der Sicherheit der Akkus. Um dieses Problem zu vermeiden, setzen manche Fahrzeughersteller auf den Einsatz von **Brennstoffzellen**. In den Brennstoffzellen reagiert Sauerstoff aus der Luft mit in speziellen Tanks mitgeführtem Wasserstoff. Dabei entsteht elektrischer Strom. Als Abfallprodukt entsteht nur Wasser.



3 Ladestation für Elektroautos



4 Akkus für den Elektroantrieb im Fahrzeugboden

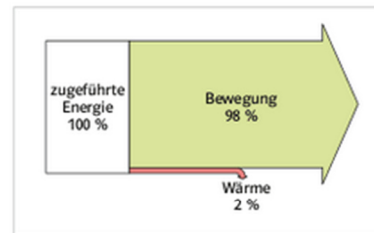
Hybridantrieb

In Fahrzeugen werden zunehmend Verbrennungsmotor und Elektromotor kombiniert. Solche Fahrzeuge bezeichnet man als **Hybridfahrzeuge** 5. Dadurch kann die Reichweite gegenüber einem reinen Elektroauto erhöht werden und zugleich der Kraftstoffverbrauch und Abgas-Ausstoß gegenüber einem reinen Verbrennungsmotor-Auto gesenkt werden.

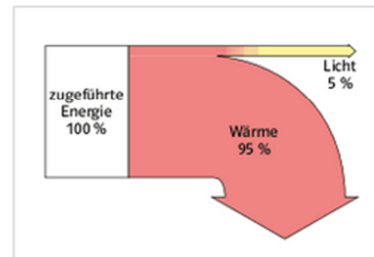


5 Hybridfahrzeug

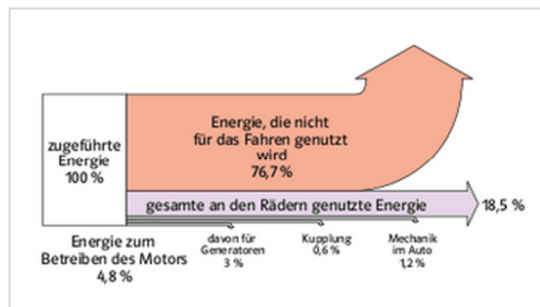
Der Wirkungsgrad von Maschinen



1 Wirkungsgrad Elektromotor



2 Wirkungsgrad herkömmliche Glühlampe



3 Wirkungsgrad Auto mit Ottomotor

Zugeführte Energie wird von Geräten oder Maschinen in die gewünschte Energieform umgewandelt. Elektrische Energie wird z.B. durch den Elektromotor in Bewegungsenergie oder in der Glühlampe in Lichtenergie umgewandelt. Gute Maschinen und Geräte wandeln die zugeführte Energie fast vollständig in die gewünschte Nutzenergie um.

Hoher Wirkungsgrad – hoher Nutzen

Die Energieausnutzung wird bei Maschinen **Wirkungsgrad** genannt. Der Wirkungsgrad ist der Quotient aus tatsächlich genutzter Energie E_{genutzt} und zugeführter Energie $E_{\text{zugeführt}}$. Er wird mit dem griechischen Buchstaben η (Eta) bezeichnet. Es gilt die Formel:

$$\eta = \frac{E_{\text{genutzt}}}{E_{\text{zugeführt}}}$$

Den Wirkungsgrad kann man auch über die Leistung bestimmen: Das Verhältnis von Energie E und Zeit t bezeichnet man als Leistung P . Es gilt $P = E/t$. Die Leistung wird in der Einheit Watt (W) angegeben. Es gilt somit auch folgende Formel:

$$\eta = \frac{P_{\text{genutzt}}}{P_{\text{zugeführt}}}$$

Berechnungsbeispiel für den Elektromotor in Abb. 1:

$$\eta = \frac{E_{\text{genutzt}}}{E_{\text{zugeführt}}} = \frac{98}{100} = 0,98 = 98\%$$

Der Wirkungsgrad ist immer kleiner 1 oder kleiner als 100%.

- ✗ Je größer der Wirkungsgrad, desto besser ist die Energienutzung einer Maschine.
- ✗ Die von uns genutzten Maschinen haben einen Wirkungsgrad kleiner 1.
- ✗ Zugeführte Energie kann gleichzeitig aus verschiedenen Energieformen kommen.



4 Pedelecs unterstützen das Fahren.

Für die Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h benötigen beide insgesamt 100 Watt an Leistung. Das normale Tourenrad benötigt dann 100 Watt menschliche Leistung. Das Pedelec kann (je nach Anwahl des Betriebsprogramms) z. B. 50 Watt aus dem Elektroantrieb beziehen. Der Fahrer muss dann nur noch 50 Watt durch Muskelleistung aufbringen. Der Gesamtenergiebedarf bleibt dabei gleich und der Wirkungsgrad unverändert.

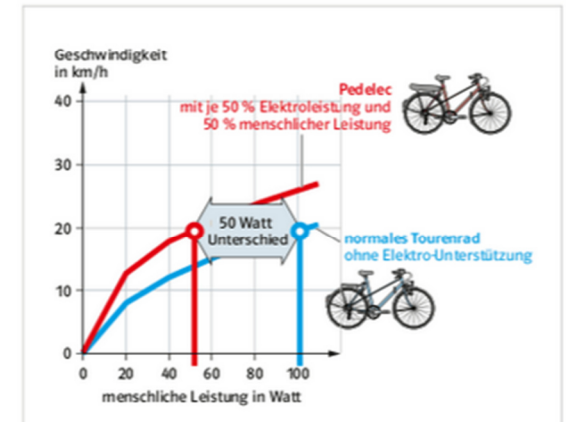
Energiemix bei Antrieben

Maschinen können zeitgleich ihre Leistung aus verschiedenen Energieformen beziehen. Hybrid-Autos (Antrieb mit Elektromotor und Verbrennungsmotor) oder Heizungen mit Ölkessel und Sonnenkollektoren sind Beispiele für diese Kombinationen. Der mögliche Wirkungsgrad dieser Maschinen wird durch die Konstruktion bestimmt und hängt nicht von der zugeführten Energieform ab. Man kann aber den Energiemix und dadurch die Anteile des Energieaufwands verändern.

Muskelleistung plus Elektroleistung

Das Elektrofahrzeug (Pedelec) ist ein gutes Beispiel für diese Ergänzung der zugeführten Energieformen.

In Abb. 5 sind ein herkömmliches Tourenrad und ein Pedelec mit ihrer benötigten menschlichen Leistung dargestellt. Beachte, dass nur die menschliche Leistung dargestellt ist.



5 Menschliche Leistung beim Fahrradfahren mit und ohne zusätzlichen Elektroantrieb

Bauen heute



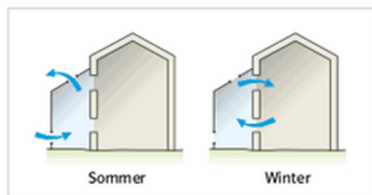
1 Modernes Wohnhaus

Egal ob Reihenhaus, Holzhaus oder Glas-Stahl-Konstruktion – was alle Haustypen heutzutage verbindet, ist der Anspruch, energiesparend und ressourcenschonend (sparsam mit Rohstoffen) zu sein.

Welcher Baustoff dazu verwendet wird, hängt zunächst von den geforderten Eigenschaften des Bauwerks und den Funktionen der einzelnen Bauteile ab. Viele Wände müssen große Lasten tragen und dem Druck standhalten. Außenwände sollen zusätzlich besonders wärmedämmend sein, Innenwände müssen vor Schall schützen.

Bauform

Viele Baustoffe wurden weiterentwickelt, andere neu erfunden. Den Gestaltungsmöglichkeiten sind dadurch keine Grenzen mehr gesetzt. Aber auch hier gilt: Zu stark verwinkelte Bauformen kosten Energie. Je kleiner die Oberfläche eines Hauses



2 Prinzip „Wintergarten“

ist, desto geringer ist der Wärmeverlust. Reihenhäuser oder Mehrfamilienhäuser sparen so nicht nur Energie, sondern auch Bauland. Durch gute isolierende Fenster, **Doppelverglasung** oder **thermoverglaste** Fenster sind heute auch große Fensteröffnungen ökonomisch (wirtschaftlich). Richtet man diese auch noch nach Süden hin aus, nutzt man zusätzlich kostenlose Sonnenenergie. Nach dem gleichen Prinzip angelegte Wintergärten **2** verstärken den Effekt.

Energie sparen – Ressourcen schonen

Neben den energiesparenden Eigenschaften der einzelnen Bauteile ist der geringe Energieverbrauch bei der Herstellung des Baustoffs ein weiterer wichtiger Aspekt. Beton z. B. erfordert einen hohen Aufwand an Energie. Holz verbraucht dagegen erheblich weniger und ist dazu ein nachwachsender Rohstoff. Vor allem im Dachbau ist Holz ein preiswerter und ökologischer (umweltfreundlicher) Baustoff. Lässt sich der Bauschutt wiederverwenden, spart dies nicht nur Kosten und Energie, sondern schont auch Ressourcen – eine Eigenschaft, die ebenfalls an Bedeutung gewinnt. Auch durch die Verlängerung der Lebensdauer von Materialien, Bauteilen oder des ganzen Bauwerks werden kostbare Ressourcen geschont.

Baustoffe – Gewinnung und Herstellung

Energiesparend und ressourcenschonend ist auch der **Kalksandstein**. Zu ihm zählen die natürlichen Sandsteine ebenso wie die aus Kalk, Quarzsand und Wasser künstlich hergestellten. Sie sind durch ihre Hohlräume besonders schalldämmend und leichter zu verarbeiten als beispielsweise Natursteine. Auch **Beton** ist ein künstlicher Baustoff. Er wird aus einem Gemisch aus Zement als Bindemittel und einer Gesteinskörnung aus Sand, Kies oder Splitt hergestellt. Beton ist ein sehr druckfester, vielseitiger Baustoff.

- ✗ Baustoffe sollten energiesparend, ressourcenschonend, umweltfreundlich und gesund sein.
- ✗ Baustoffen können gewünschte Eigenschaften künstlich zugeführt werden.
- ✗ Eine Bewehrung aus Stahl erhöht die Zugfestigkeit des Betons.

Durch **Zusatzstoffe und -mittel** können gewünschte Eigenschaften künstlich hergestellt werden. Wird beispielsweise ein farbiger Beton mit guten Wärmedämmeigenschaften gefordert, benötigt man ein Farbpigment und einen chemischen Zusatz, der die Porenbildung im Beton bewirkt.

Erfordert ein Betonbauteil zusätzlich Zugfestigkeit, wird er mit einer **Bewehrung** aus Stahl verarbeitet. Ein solcher Beton nennt sich **Stahlbeton**. Die Stahlbewehrung wird auch Armierung oder Moniereisen genannt. Aber egal, ob mit oder ohne Bewehrung – Beton ist während seiner Verarbeitung flüssig und benötigt eine Form, in der er erstarren kann. Diese Form nennt sich **Schalung** und wird häufig aus Holz angefertigt.



3 Die Stahlbewehrung wird mit Beton ausgegossen.

Beruf:

Beton- und Stahlbetonbauer/in

„Heute stelle ich die Holzschalung für eine Betontreppe her. Die Bewehrung hierfür habe ich vorher nach Plan gebogen, geflochten und montiert. Manchmal stelle ich Betonbauteile aber auch schon im Werk her und montiere sie dann vor Ort. Mir gefällt die Arbeit mit Beton, weil er so vielseitig formbar und einsetzbar ist.“



Gesunde umweltfreundliche Baustoffe

Die meiste Zeit unseres Lebens halten wir uns in geschlossenen Räumen auf. Umso wichtiger ist ein gesundes und natürliches Raumklima. Baustoffe sollten ungiftig sein und keine schädlichen Dämpfe abgeben.

Baustoff	Eigenschaften	Verwendung/Einsatz
Holz	biegefest, leicht zu bearbeiten, ökologisch, isolierend	Träger, Stützen, Innenausbau, Dämmstoff
Lehm	schadstofffrei, recycelbar, speichert Wärme, reguliert Luftfeuchtigkeit	Mauern, Ausfachungen bei Fachwerkwänden
Natursteine	druckfest, witterungsbeständig, schöne Optik	...
Kalksandsteine

4 Baustofftabelle

Warmwasserversorgung im Haus

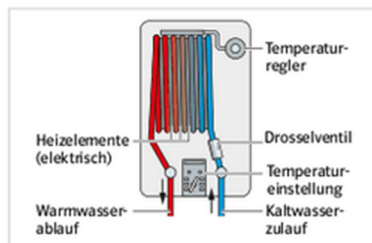


1 Warmes Wasser wird im Haushalt gebraucht.

Egal ob beim Duschen, Geschirrspülen, Waschen oder Baden, warmes Wasser ist für uns im Haus heute selbstverständlich und unverzichtbar. Aber wie und wo wird das Wasser erwärmt? Manchmal sieht man unter der Spüle oder im Bad einzelne Geräte, die Wasser erhitzen – manchmal sprudelt es einfach warm aus dem Wasserhahn.

Einzelversorgung

Bei der Einzelversorgung ist jeder Wasserhahn mit einem einzelnen Gerät, meistens einem Durchlauferhitzer, gekoppelt. Die Geräte können mit Gas oder Strom betrieben werden. Der Vorteil dabei ist, dass man Einzelgeräte schnell austauschen kann, wenn sie kaputt oder veraltet sind.



2 Durchlauferhitzer



3 Gruppenversorgung durch die Zentralheizung

Durchlauferhitzer erwärmen das durchfließende Wasser z. B. mit elektrischem Strom. Das kalte Wasser fließt durch einen mit elektrischen Heizelementen bestückten Behälter und wird so auf die notwendige Temperatur gebracht. Durchlauferhitzer haben den Nachteil, dass sie viel Strom oder Gas verbrauchen und dass das warme Wasser nicht sofort zur Verfügung steht. Zuerst fließt immer für kurze Zeit kaltes Wasser, das in der Rohrleitung verblieben ist.

Gruppenversorgung

Bei der Gruppenversorgung erwärmt ein zentrales Gerät größere Mengen Wasser in einem Speicher. Dieses Gerät ist meistens mit der Zentralheizung gekoppelt. Durch Rohrleitungen in der Wand wird das warme Wasser an die einzelnen Punkte im Haus verteilt.

Der Vorteil der Gruppenversorgung ist der geringere Energieverbrauch und die damit verbundene Kostenersparnis. Zudem kann durch den Einbau von Umwälzpumpen das warme Wasser direkt für den Gebrauch bereitgestellt werden.

- ✗ Wasser kann in Einzel- oder Gruppenversorgung erwärmt werden.
- ✗ Solarthermie ist die Erzeugung von Warmwasser durch Sonnenstrahlung.

Solarthermie

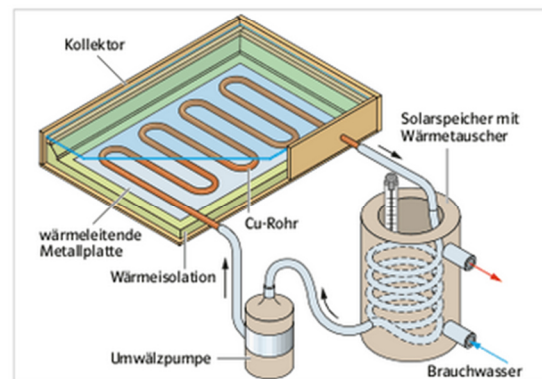
Man kann das Wasser auch energiesparend von der Sonne erwärmen lassen. Man nennt dies Solarthermie. Darunter versteht man die energetische Nutzung der Sonnenenergie zur Warmwassergewinnung durch **Solar-kollektoren**. Solarkollektoren „sammeln“ die Sonnenwärme ein und erwärmen damit das Wasser, das im Haus benötigt wird.

Wie funktioniert das?

In den Solarkollektoren sind Kupferrohre, die auf einer dunklen Metallfläche befestigt sind. In den Rohren erhitzt sich durch die Sonneneinstrahlung ein frostsicheres Wasser-Alkoholgemisch – der **Wärmeträger**. Diese Flüssigkeit wird laufend in einen Speicher gepumpt, wo sie die aufgenommene Energie an das Nutzwasser für den Haushalt abgibt (nach dem Wärmetauscherprinzip). Die Zentralheizung springt nur dann ein, wenn nicht genügend Sonnenenergie zur Verfügung steht und das Wasser im Speicher zu kalt ist. Für das solare erwärmte Wasser eines 4-Personen-Haushalts benötigt man einen ca. 300-l-Warmwasserspeicher und je nach Dachausrichtung eine etwa 6–8 m² große Kollektorfläche.

Vor- und Nachteile der Solarthermie

Bei einer Solarthermieanlage sind die Anschaffungs- und Installationskosten hoch. Berechnet man alle zusätzlich anfallenden Kosten, so rechnet sich solch eine Investition erst nach ca. 10 Jahren Betriebszeit. In dieser Zeit sollten dann keine teuren Reparaturen anfallen. Der Vorteil liegt in der Vermeidung des Treibhausgases CO₂ und der Einsparung



4 Aufbauschema einer Solarkollektoranlage

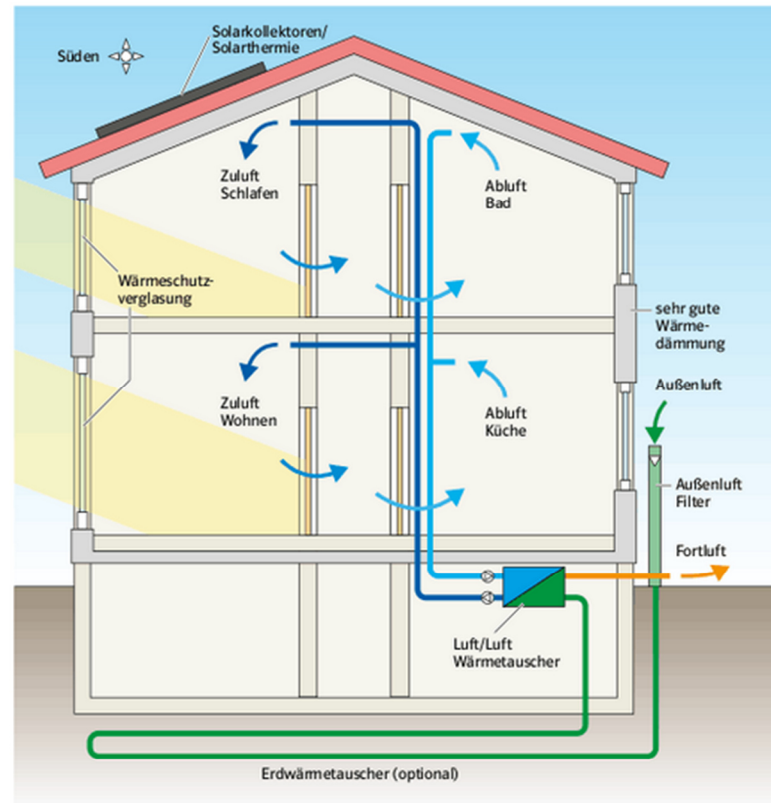
von Heizkosten zur Warmwasseraufbereitung. Da solch eine Anlage sowohl in den Sommermonaten als auch im Herbst und Frühling ausreichend Warmwasser zur Verfügung stellt, beschränkt sich der Energiebedarf der zugeschalteten Heizung auf die Winterwochen und nebelreichen Herbsttage.

Beruf: Solartechnik

„Ich habe eine Weiterbildung zum Solartechnik gemacht. Das Wort setzt sich aus den Wörtern ‚Solar‘ und ‚Installateur‘ zusammen. Damit ist auch schon sehr gut umrissen, was der Beruf beinhaltet. Ich plane, baue und warte Solaranlagen zur Warmwasseraufbereitung und Elektrizitätsgewinnung. Solartechniker sind durch ihre kombinierte Ausbildung gefragte Fachleute und wir werden in den nächsten Jahren viel zu tun haben.“



Energiesparhäuser



1 Schematische Darstellung eines Passivhauses

Energiesparhäuser

Dass heutzutage Energiesparhäuser gebaut werden, hat im Wesentlichen drei Gründe:

- steigende Kosten für Heizöl, Gas und Strom
- gesteigerte Umweltaforderungen, z. B. weniger CO₂-Ausstoß
- geringe Betriebskosten für den Nutzer

Niedrigenergiehaus (NEH)

Häuser, die einen geringen Energiebedarf für Heizwärme und Warmwasser haben, bezeichnet man als Niedrigenergiehaus. So darf ein NEH lediglich umgerechnet 7 Liter Heizöl oder 7 Kubikmeter Erdgas pro Quadratmeter und Jahr verbrauchen. Dieser Häusertyp ist heutzutage Standard bei Neubauten.

- ✗ Es gibt Niedrig-, Passiv-, Null- und Plusenergiehäuser.
- ✗ Energiesparhäuser leisten einen großen Beitrag zur Abgasreduzierung.



2 Passivhaus

Passivhaus

Das Besondere an diesem Häusertyp ist die Tatsache, dass solche Häuser ohne aktives Heizungs- und Kühlsystem auskommen. Der größte Teil des Wärmebedarfs wird aus „passiven“ Quellen wie Körperwärme, Sonnenenergie oder Abwärme von technischen Geräten gewonnen. Passivhäuser erkennt man oft an großen Fensterfronten nach Süden und relativ wenigen Fenstern nach Norden sowie an einer sehr guten Wärmedämmung.

Passivhäuser werden sehr luftdicht gebaut, um die nötige Energieeinsparung zu erreichen. Was energetisch sinnvoll ist, würde aber dazu führen, dass insbesondere in Räumen wie Küche, Bad und WC oftmals „schlechte Luft“ herrscht. Eine Lüftungsanlage saugt deshalb die Raumluft ab und führt sie einem Wärmetauscher zu. Hier wird die in der Abluft enthaltene Wärme auf die angesaugte Frischluft übertragen und wieder den Räumen zugeführt. So kann z. B. kalte Frischluft von 0 °C auf bis zu 20 °C erwärmt werden.



3 Plusenergiehaus

Nullenergiehaus und Plusenergiehaus

Ein Nullenergiehaus benötigt keine zusätzliche Energie von außen. Ein Plusenergiehaus erzeugt sogar überschüssige Energie. Dies wird durch eine noch bessere Fensterisolierung erreicht, damit die Sonnenenergie optimal zur Raumwärmerzeugung genutzt werden kann. Eine Fotovoltaikanlage auf dem Dach erzeugt Strom durch Sonnenlicht.

Vor- und Nachteile von Energiesparhäusern

- + hoher Wohnkomfort durch helle, sonnen-durchflutete Räume
- + Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz
- + sehr geringe Verbrauchskosten
- + unabhängig von steigenden Energiekosten
- hohe Investitionskosten
- hohe Reparaturkosten

Fossile und nukleare Energieträger

- ✗ Mit fossilen und nuklearen Energieträgern wird in Wärmekraftwerken aus Wärme elektrische Energie erzeugt.
- ✗ Die Reichweite von Energieträgern gibt an, wie lange sie voraussichtlich verfügbar sein werden.



1 Braunkohletagebau

Was für dich selbstverständlich erscheint, nämlich auf Knopfdruck Strom zu bekommen, ist für Energieanbieter eine enorme Herausforderung: In riesigen Wärmekraftwerken wird aus Wärme die elektrische Energie erzeugt. Die nötige Wärme wird dabei durch Verbrennung fossiler Energieträger (Gas, Kohle, Öl) oder durch Kernspaltung nuklearer Energieträger (Uran) erzeugt.

Fossile Energieträger

Zu den fossilen Energieträgern gehören:

- Braunkohle
- Steinkohle
- Erdöl
- Erdgas

Sie sind über Millionen von Jahren aus Tier- und Pflanzenresten an verschiedenen Orten der Erde entstanden. Sie kommen in unterschiedlichen Tiefen vor und müssen daher unterschiedlich abgebaut und gewonnen werden.

Braunkohle:

Braunkohle liegt sehr nahe an der Erdoberfläche und kann somit preisgünstig im Tagebau 1 gewonnen werden. Braunkohle wird fast nur zur Stromerzeugung genutzt.



2 Steinkohleabbau

Steinkohle:

Steinkohle wird aus Tiefen bis zu 2000 m im Untertagebau 2 abgebaut und ist daher deutlich teurer als Braunkohle.

Erdöl und Erdgas:

Erdöl ist eine zähe Flüssigkeit, die aus Tiefen bis zu 3000 m gefördert wird 4. Sie wird entweder per Schiff oder in großen Rohrleitungen – den Pipelines – transportiert.

Überall dort, wo bei der Entstehung von Kohle und Erdöl Gase nicht entweichen konnten, bildete sich Erdgas. Erdgas kann ohne nennenswerte Verarbeitung direkt als Brennstoff eingesetzt werden. Der Transport erfolgt in Pipelines oder in flüssiger Form in Tanks auf Schiffen.

Nukleare Energieträger

Die Wärmeenergie in Kernkraftwerken entsteht durch Kernspaltung. Ausgangsmaterial dafür ist das radioaktive Uran, das als Bestandteil von Uranerz im Bergbau gefördert wird.

Reichweite

Für eine sinnvolle Energiepolitik ist neben der Herkunft der Primärenergieträger auch

ihre Reichweite 3 wichtig. Die Reichweite gibt an, wie lange ein Energieträger voraussichtlich verfügbar sein wird.

Energieträger	Reichweite in Jahren
Braunkohle	227
Steinkohle	169
Erdöl	42
Erdgas	63
Uran	68
zum Vergleich: Wasser, Wind, Sonne	unbegrenzt

3 Reichweite von Primärenergieträgern weltweit

Reserven und Ressourcen

Reserven beschreiben Energievorkommen, die wirtschaftlich mit den bekannten Verfahren gewonnen werden können.

Unter **Ressourcen** versteht man Energievorkommen, die noch nicht wirtschaftlich gefördert werden können oder von denen nur angenommen werden kann, dass sie in vermuteter Menge vorkommen.

Da nicht überall auf der Erde alle Energieträger vorkommen, ist ein weltweiter Handel mit Energieträgern entstanden.

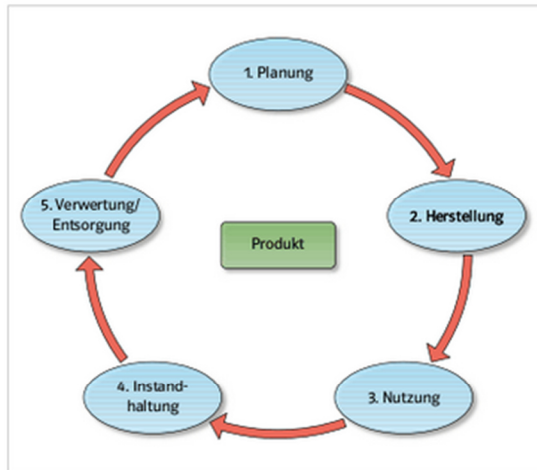


4 Ölbohrinsel in der Nordsee

Sicherlich ist es schwierig zu beurteilen, wie sich unsere Energieversorgung in 5, 10 oder 20 Jahren verändern wird. Auf Seite 224/225 (Abb. 1) hast du erfahren, dass Erdöl den größten Anteil an unserer Energieversorgung hat. In der Tabelle 3 findest du, dass Erdöl voraussichtlich nur noch für 42 Jahre zur Verfügung steht. Eine mögliche Schlussfolgerung aus beiden Aspekten ist, dass innerhalb von 42 Jahren ein Ersatz für etwa ein Drittel unserer Energieversorgung gefunden werden muss. Wir decken zurzeit durch erneuerbare Energien nur rund 13% unseres Energiebedarfs ab. Die erneuerbaren Energien werden zurzeit stark ausgebaut.

Nachhaltigkeit und Produktlebenszyklus

- ✗ Nachhaltigkeit bedeutet, bei der Nutzung von Ressourcen auf nachfolgende Generationen Rücksicht zu nehmen.
- ✗ Der Produktlebenszyklus beschreibt, wie Produkte geplant, hergestellt, genutzt, instandgehalten und verwertet/entsorgt werden.



1 Der Produktlebenszyklus

Was bedeutet der Begriff „Nachhaltigkeit“?
Der Begriff **Nachhaltigkeit** stammt ursprünglich aus der Forstwirtschaft: Man achtet darauf, nur so viele Bäume aus dem Wald zu entnehmen wie auch wieder nachwachsen können. Nachfolgende Generationen können dadurch ebenfalls den Wald nutzen.

Mittlerweile vereinigt man unter dem Begriff Nachhaltigkeit folgende drei Punkte:

- Wirtschaft (Ökonomie)
- Natur (Ökologie)
- Gesellschaft (Soziales)

Man spricht auch von den drei Säulen der Nachhaltigkeit.

Um nachhaltige Produkte zu kennzeichnen, gibt es eine Vielzahl von Nachhaltigkeits-siegeln . Sie zeigen an, dass bestimmte Mindestanforderungen der Nachhaltigkeit bei der Herstellung dieser Produkte erfüllt wurden.



2 Verschiedene Nachhaltigkeits-siegel

Energieträger im Blickpunkt der Nachhaltigkeit

Energieträger wie Holz, Erdöl, Kohle oder Gas kann man unter dem Begriff der Nachhaltigkeit betrachten.

- **Holz:** Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, sofern die Forstwirtschaft nachhaltig betrieben wird. Bäume können gefällt und in gleicher Anzahl wiederaufgeforstet werden. In ein paar Jahrzehnten stehen somit den Menschen wieder neue Bäume zur Verfügung. Holzpellets werden immer häufiger als Brennstoff in Heizungen verwendet. Werden für die Herstellung Abfallstoffe aus der Holzindustrie genutzt, so müssen dafür keine Bäume gefällt werden. Bäume, die man speziell für die Herstellung von Holzpellets erntet, werden bei nachhaltiger Forstwirtschaft wieder angepflanzt. Allerdings ist bei der Herstellung ein größerer Energieeinsatz notwendig als bei der Brennholzgewinnung.

- **Erdöl:** Erdöl wird in Ölförderungsanlagen gewonnen. Die meisten Erdölquellen entstanden vor mehreren Millionen Jahren. Eine nachhaltige Erdölgewinnung ist daher nicht möglich. Wenn die Menschen das Erdöl einmal verbraucht haben, ist es für nachfolgende Generationen nicht mehr verfügbar.
- **Kohle:** Kohle wird im Tagebau (auf der Erdoberfläche) oder im Untertagebau (unter der Erde) abgebaut. Auch die Kohle ist vor mehreren Millionen Jahren entstanden. Eine nachhaltige Gewinnung von Kohle ist daher auch nicht möglich.
- **Gas:** Die meisten Erdgasquellen sind ebenfalls vor mehreren Millionen Jahren entstanden. Erdgas kann im Unterschied zu Erdöl und Kohle aber auch durch künstlich erzeugtes Gas ersetzt werden. In Biogasanlagen z.B. wird aus Biomasse das sogenannte Biogas erzeugt. Eine teilweise nachhaltige Gewinnung von Gas ist daher möglich.

Nachhaltigkeit bei der Stromerzeugung

Strom kann aus verschiedenen Energieträgern gewonnen werden. Wenn man Strom aus den Energieträgern Erdöl oder Kohle gewinnt, ist dies keine nachhaltige Stromerzeugung. Verwendet man jedoch die Sonnen-, Wasser- oder Windenergie dazu, so spricht man von einer nachhaltigen Stromerzeugung, da diese Energieträger unbegrenzt oder immer wieder zur Verfügung stehen.

Als Beispiel für ein nachhaltiges System kann man z. B. ein Wasserkraftwerk untersuchen. Grundsätzlich kann man hier von einer nachhaltigen Energiegewinnung sprechen, da Fließwasser bei uns fast unbegrenzt zur Verfügung steht. Um alle Bedingungen zu betrachten, ist es notwendig, auch den Bau des Kraftwerks und die Folgen für die Umwelt und die Gesellschaft zu berücksichtigen.

Folgende Fragen kann man hierzu stellen:

- Welche Folgen für die Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft hat der Bau eines solchen Kraftwerks?
- Sind die verwendeten Baumaterialien problemlos zu recyceln?
- Wie muss die gewonnene elektrische Energie transportiert werden?
- Entstehen Schadstoffe für die Umwelt durch diese Stromgewinnung?
- Werden die betroffenen Menschen mit in die Planung einbezogen?

Produktlebenszyklus

Die auf das Wasserkraftwerk bezogenen Fragen kann man auf alle Prozesse und Produkte anwenden. Im sogenannten **Produktlebenszyklus** werden Produkte von der Planung bis zur Verwertung/Entsorgung betrachtet. Jeder dieser Schritte sollte auch immer unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit betrachtet werden.

Regenerativ: Sonne für Strom und Wärme



1 Industriell genutzte Fotovoltaikanlage

Sie schimmern bläulich bei Parkautomaten, Taschenrechnern oder auf Hausdächern, du findest sie manchmal auf Notrufsäulen an Autobahnen oder auf Zifferblättern von Armbanduhr: Die Rede ist von **Solarzellen**. Sie wandeln die Strahlungsenergie des Sonnenlichts direkt in elektrischen Strom um.

Auf die Größe kommt es an

Bei Uhren oder Taschenrechnern reichen Zellen in der Größe einer 1-Cent-Münze aus, um genug Strom zu erzeugen. Bei Parkautomaten muss die Fläche schon so groß wie zwei DIN-A4-Blätter sein. Soll ein ganzes Haus mit Solarstrom versorgt werden, wird die ganze Südseite des Daches mit Solarzellen bedeckt 2.

Hausdächer eignen sich wegen ihrer Neigung besonders gut als Unterlage für Solarmodule. Bei Sonnenschein treffen die Sonnenstrahlen fast senkrecht auf die Module auf. Anlagen, bei denen die Solarzellen



2 Dach mit Solarmodulen

nicht nur einzelne Geräte, sondern Häuser oder Fabrikgebäude mit Strom versorgen, heißen **Fotovoltaikanlagen**.

Für industrielle Fotovoltaikanlagen 1 reichen Dachflächen nicht mehr aus. An sonnenreichen Orten werden Solarmodule auf Bodenflächen aufgestellt, die so groß wie mehrere Fußballfelder sein können.

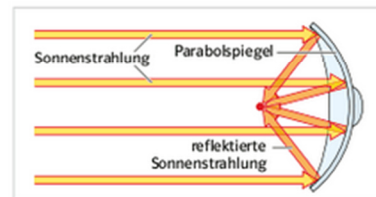
Gegenwärtig können Fotovoltaikanlagen die Stromversorgung aus anderen Energieträgern aber nur sinnvoll ergänzen.

Vor- und Nachteile von Solarmodulen

- + Sonnenenergie steht zeitlich unbegrenzt und kostenlos zur Verfügung.
- + Es treten keine Emissionen auf, weil kein Verbrennungsvorgang stattfindet.
- + Solarmodule arbeiten lautlos und werden durch Regen gereinigt.
- Die Herstellung von Solarmodulen ist teuer und nicht umweltschonend.
- Die Stromerzeugung ist tageszeit-, jahreszeit- und witterungsabhängig.

Solarthermische Kraftwerke

Wenn du Sonnenlicht durch eine Lupe auf ein Blatt Papier scheinen lässt und den Abstand zwischen Papier und Lupe so lange veränderst, bis sich ein stecknadelkopfgroßer heller Lichtpunkt bildet, entsteht nach kurzer Zeit Qualm und ein kleines Loch im Papier. Diesen Wärmeeffekt nutzen solarthermische Kraftwerke. Allerdings arbeiten diese Kraftwerke nicht mit Lupen, sondern mit Parabolspiegeln 3.



3 Prinzip des Parabolspiegels

- ✗ In Fotovoltaikanlagen wird Sonnenenergie direkt in Strom umgewandelt.
- ✗ Solarthermische Anlagen nutzen die Wärme der Sonnenstrahlung zur Stromerzeugung.
- ✗ In Hybridkollektoren kann Strom und Warmwasser gleichzeitig erzeugt werden.

Das Prinzip ist das folgende: Die ankommende Sonnenstrahlung wird an der gekrümmten Innenseite des Parabolspiegels reflektiert. Alle reflektierten Strahlen treffen sich im Brennpunkt. Auf diese Weise wird die Wärmeenergie der Sonnenstrahlung in einem Punkt gebündelt. Im Brennpunkt entstehen Temperaturen bis zu 500 °C.

Parabolrinnenkollektoren

In solarthermischen Kraftwerken werden oft Parabolrinnenkollektoren 4 eingesetzt, die ähnlich wie eine Dachrinne geformt sind. Durch diese Bauform treffen die Sonnenstrahlen in einer langen Brennlinie zusammen. In der Brennlinie befindet sich eine Flüssigkeitsleitung, in der ein spezielles Thermoöl enthalten ist. Durch die Hitze in der Brennlinie erwärmt sich das Öl auf bis zu 500 °C, gibt seine Wärme an einen Wasserkreislauf ab und treibt eine Turbine-Generator-Einheit zur Stromerzeugung an. Für einen wirtschaftlichen Betrieb großer solarthermischer Kraftwerke kommen nur sonnensichere Standorte wie Spanien oder Kalifornien (USA) in Frage.

Kombi-Anlage für zu Hause?

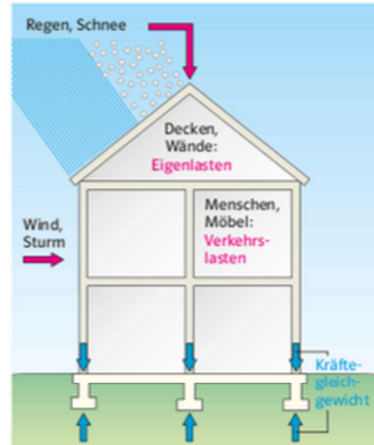
Viele Einfamilienhäuser kombinieren bereits die Vorteile der Solarzellen und solarthermischen Kraftwerke: Hier werden Kollektoren eingesetzt, die einerseits Strom erzeugen und andererseits Wasser in einem Rohrsystem erwärmen, das einen Warmwasserspeicher speist. Man nennt diese Kollektoren **Hybridkollektoren**.



4 Parabolrinnenkollektoren in einem solarthermischen Kraftwerk

Lasten und Kräfte an Bauwerken

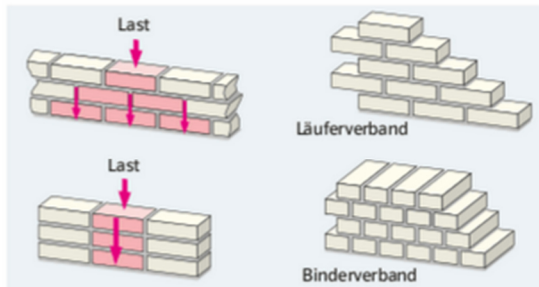
- ✗ Das Fundament eines Hauses muss dessen Druckkraft ausgleichen.
- ✗ Verkehrs- und Eigenlasten erzeugen an Bauwerken Zug und Druck.
- ✗ Bei der Biegebelastung treten Druck- und Zugbelastung immer gleichzeitig auf.



Ob ein großes Haus, ein kleines, ein hohes, eines aus Stein oder Holz – alle haben eines gemeinsam: Sie sind großen Beanspruchungen ausgesetzt.

Die Last mit der Last

Ein Bauwerk wird durch verschiedene Lasten 1 beansprucht. Dabei unterscheidet man zwischen ständigen und vorübergehenden Lasten. Als ständige Lasten



bezeichnet man die Last des Bauwerks selbst, die durch Dach, Wände oder Decken entsteht. Sie werden als **Eigenlasten** bezeichnet. Zu den vorübergehenden Lasten gehören alle Lasten, die auf das Gebäude einwirken können. Dazu zählen Wind, Schnee, Regen oder Sturm sowie die Einrichtung und Personen. Diese Lasten werden als **Verkehrslasten** zusammengefasst.

Keine Kraft ohne Gegenkraft

All diesen Lasten müssen Kräfte entgegenwirken. Ohne sie würde z.B. ein Bauwerk ohne Fundament ins Erdreich einsinken. Das Fundament hat die Aufgabe, die Kräfte aus den Lasten zu verteilen und in den Baugrund abzuleiten. Dadurch entsteht das notwendige **Kräftegleichgewicht**.

Zug oder Druck

Die durch die Lasten entstandenen Kräfte rufen an tragenden Bauteilen unterschiedliche Beanspruchungen hervor (siehe auch Seite 188/189). Die **Druckkraft** ist die Gewichtskraft, die senkrecht auf eine Fläche wirkt. Beim Haus entsteht diese aus Eigen- und Verkehrslasten, die auf das Fundament drücken. Je breiter ein Fundament ist, umso besser verteilt sich die Druckkraft.

Mauern können durch verschiedene Anordnungen der Steine hergestellt werden. An diesen unterschiedlichen Steinverbänden 2 lässt sich gut erkennen, wie die Drucklast möglichst breitflächig umgeleitet werden kann.

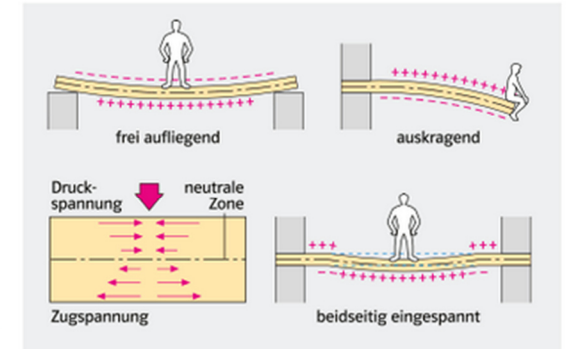
Eine **Zugbelastung** entsteht, wenn beispielsweise beim Drachensteigen Wind am Seil oder bei einer Schaukel das Gewicht des Schaukelnden an der Kette zieht. Seil und Kette werden hierbei in Zugrichtung beansprucht. Die gleiche Zugbelastung tritt auch bei Hängebrücken oder Zeltdachkonstruktionen 3 auf.



3 Zugbelastungen

Beruf: Statiker/in

„Ohne mich ist nichts sicher! Zu meinen Aufgaben gehört die Berechnung von Wänden, Stützen, Decken und Fundamenten geplanter Wohnhäuser. Das Spannende an meinem Beruf ist, dass ich nie die gleiche Situation berechne. Jedes Bauwerk hat sein eigenes Material, seine eigene Konstruktion und Größe sowie seinen eigenen Standort.“



4 Mögliche Biegebelastungen

+ = Zugbelastung
- = Druckbelastung

Den Bogen raus – Zug und Druck

Bei der Biegebelastung 4 treten an einem Bauteil Druck- und Zugkraft gleichzeitig auf. Am Beispiel des Sprungbretts lässt sich dies gut erklären. Das Brett wird durch das Gewicht des Springers gebogen. Dabei wird die obere Seite des Bretts auf Zug beansprucht, das Material hierbei gedehnt. Die untere Seite hingegen wird durch Druck beansprucht, wobei das Material zusammengedrückt wird. Die gleiche Biegebelastung tritt auch bei einem einseitig eingespannten Balkon auf.

Die Konstruktion trägt alle Lasten

- ✗ Rahmen müssen durch Verspannungen, Verstreben oder Ausfachungen stabilisiert werden.
- ✗ Ein Dreieck ist selbst mit beweglichen Gelenken stabil.



1 Fachwerkkonstruktionen



Die Konstruktion trägt das Bauwerk. Ohne stabile Konstruktion würde kein Bauwerk stehen bleiben. Dabei erreicht man die notwendige Stabilität auf unterschiedliche Art, je nach Baustoff, Bauweise und Lastenverteilung.



Dreieck und Rahmen
Ein Skelett kann mithilfe von Dreiecken und Rahmen konstruiert werden. Verbindest du drei Stäbe am Ende miteinander, entsteht ein Dreieck mit **Knoten**. Dieses Dreieck heißt **statisches Dreieck** 2. Es bleibt auch dann stabil, wenn die Knoten aus beweglichen Gelenken bestehen.

2 Statisches Dreieck, beweglicher Rahmen

Verbindest du vier Stäbe miteinander, entsteht ein beweglicher **Rahmen**. Erst durch **Verspannungen** mit Seilen, **Verstreben** mit Stäben oder **Ausfachungen** mit dünnen Scheiben erreicht der Rahmen seine notwendige Stabilität 3. Bildest du ein Dreieck und einen Rahmen mithilfe eines Gliedermaßstabs nach, kannst du dir das Prinzip leicht veranschaulichen.

Unter Dach und Fach

Eine Konstruktion, die aus aneinandergereihten Dreiecken besteht, nennt sich **Fachwerk**. Sicher ist dir dieser Begriff vom Fachwerkhause her bekannt. Fachwerk ist eine jahrhundertealte Skelettbauweise. Bis heute werden immer noch Bauwerke wie Hochspannungsmasten, Brücken oder Möbel nach diesem Prinzip konstruiert 3.

Wände – tragend oder nichttragend

Wie du weißt, ist die **Mauerwerksbauweise** eine Massivbauweise. Man unterscheidet dabei zwischen drei Wandfunktionen 4. Die **tragende Wand** nimmt alle Lasten des Bauwerks auf. Ihre Anordnung bestimmt mit über die Grundrissgestaltung. Oft ist eine tragende Wand auch in anderen Geschossen eines Hauses an gleicher Stelle, um die Kräfte nach unten abzuleiten. Beim Umbau eines Hauses können diese Wände aus statischen Gründen nicht einfach verändert werden. **Aussteifende Wände** sorgen

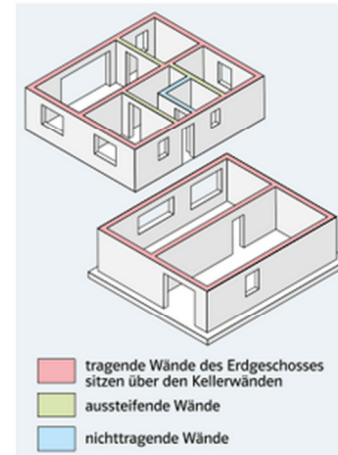
für die Stabilität dieser tragenden Wände und stehen dabei immer im rechten Winkel zu ihnen. **Nichttragende Wände**, die nur ihre eigene Last tragen, können beliebig verändert und umgebaut werden. Lasten über Tür- und Fensteröffnungen müssen durch **Stürze** 6 in die Wand abgeleitet werden. Sie können rundbogenartig gemauert sein oder werden durch einen Betonsturz balkenartig hergestellt.



5 Tafelbauweise

Ohne Tafeln geht es nicht

Bei der Skelettbauweise aus Stahlbeton überragen Stützen und Träger die Zug- und Drucklasten. Decken und Wandtafeln stabilisieren das Raumgerippe (Skelett). Auch hier tragen die nichttragenden Wände nur ihre Eigenlast und dienen eigens der Raumbildung. Die **Tafelbauweise** 5 ist bekannter als Plattenbauweise. Bei ihr überragen dünne Tafeln, ähnlich wie im Mauerwerksbau, oft die tragende Funktion.



4 Verschiedene Funktionen von Wänden



6 Verschiedene Stürze



3 Stabilisierung von Rahmen

Brücken verbinden

- ✗ *Brücken sind Verkehrsbauten, die Hindernisse überbrücken, um Orte miteinander zu verbinden.*
- ✗ *Der Baustoff entscheidet über die Wahl der Konstruktion.*



1 Balkenbrücke aus Stein



2 Balkenbrücke aus Spannbeton



3 Die Pont du Gard bei Nîmes ist über 2000 Jahre alt und eine der kühnsten und schönsten Steinbogenbrücken der Römer.



4 Die Akashi-Kaikyo-Hängebrücke in Japan hat zurzeit die längste Spannweite.



5 Die Passerelle zwischen Kehl und Straßburg ist eine Schrägseilbrücke.

Brücken verbinden verschiedene Orte, indem sie Hindernisse überwinden. Mit der Entwicklung neuer Baustoffe und den wachsenden Ansprüchen an ihre Funktion entstehen immer faszinierendere Verkehrsbauten.

Der Balken

Vielleicht hast du selbst schon einmal Äste oder einen umgestürzten Baum genutzt, um mit trockenen Füßen an das andere Ufer eines Baches zu gelangen. Nach einem ähnlich einfachen Prinzip bauten schon Naturvölker Brücken, um Schluchten oder Flüsse zu überqueren. Sie verwendeten Baumstämme oder Steine und bauten daraus **Balkenbrücken**. Das Baumaterial dazu war überall vorhanden und die Brücken ließen sich schnell und einfach errichten. Dabei lassen sich größere Spannweiten bis heute nur mithilfe von Stützpfeilern erzielen.

Der Spannbeton

Beton ist sehr druck- und Stahl sehr zugfest. Die Verbindung aus beidem ergibt einen sehr stabilen und vielseitigen Baustoff – auch für Brücken. Besonders große Weiten lassen sich mit Spannbeton

erreichen. In ihm werden, im Vergleich zum normalen Stahlbeton, **vorgespannte Moniereisen** verarbeitet. Dadurch werden trotz hoher Verkehrslasten größere Spannweiten erreicht.

Der Bogen

Durch die Konstruktion von Bögen perfektionierten die Römer Steinbrücken. Sie sind witterungsbeständig und durch die Bogenkonstruktionen sehr stabil. Ihre Bögen können, wie bei der Pont du Gard **3**, in mehreren Etagen und beliebig lang aneinandergereiht werden. Viele Brücken aus dieser Zeit werden noch heute genutzt. Der Bau einer solchen Steinbrücke ist allerdings aufwendig und erfordert von seinen Erbauern viel Erfahrung.

Das Metall

Durch die Industrialisierung entstanden erste **gusseiserne Bogenbrücken**. Wesentlich belastbarer als das spröde Gusseisen waren die späteren Brücken aus zähem und zugfestem **Schmiedeeisen** oder **Stahl**. Sie hielten selbst die Schwingungen fahrender Züge aus. Als Träger aus Stahl auch industriell hergestellt werden konnten, entstanden viele neue Brückenformen.

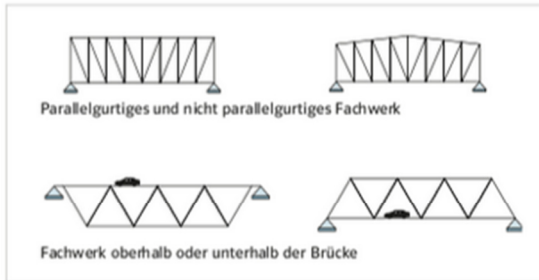
Das Fachwerk

Fachwerkstrukturen ermöglichen nicht nur im Hausbau feingliedrige Konstruktionen, auch bei Holz- und Stahlbrücken werden sie bevorzugt eingesetzt. Oft werden Teile einer Brücke als Fachwerkstruktur gebaut, während die Brückenkonstruktion selbst eine andere ist. Der Vorteil besteht im geringeren Materialverbrauch im Vergleich zu vollwandigen Tragwerken, auch wenn die Bauhöhe dadurch oftmals höher ausfällt. Die Akashi-Kaikyo-Brücke **4** ist z. B. eine Hängebrücke, bei der die Fahrbahn auf einem Fachwerk konstruiert wurde.

Das Seil

Auch bei **Hänge- und Schrägseilbrücken** spielt Metall eine wichtige Rolle. Der Unterschied beider Brückenkonstruktionen besteht darin, dass die Hängebrücke **4** senkrechte Seile benutzt, um die Fahrbahn an den schrägen Seilen aufzuhängen. Bei der Schrägseilbrücke **5** hängt die Fahrbahn direkt an den schrägen Seilen. Beide Konstruktionen benötigen wesentlich weniger Pfeiler oder **Pylone** als z. B. die Bogenbrücke, da ihre Fahrbahnen über große Weiten frei schweben. Allerdings sind sie dadurch auch windanfälliger.

Brückenprojekte



1 Fachwerkkonstruktionen

Die Faszination einer Brücke beruht auf dem Zusammenspiel verschiedener Kriterien: Ihre Konstruktion sollte leicht sein, das heißt, ein möglichst geringes Eigengewicht haben. Sie muss aber ihrer Funktion entsprechend optimal belastbar sein und je nachdem eine große Weite überspannen können.

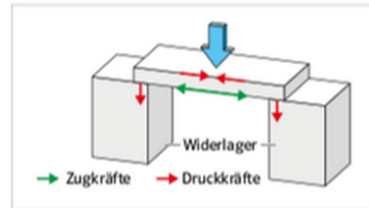
Wollt ihr nach diesen Kriterien selbst ein Brückenmodell bauen, braucht ihr mehr Informationen über Konstruktion und Kräfteverteilung.

Das Prinzip Brücke

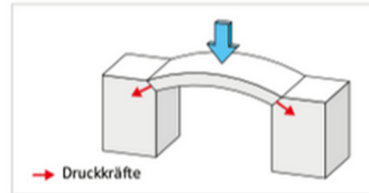
Egal ob Balken-, Bogen- oder Hängebrücke – alle Brückenkonstruktionen bestehen aus einem Unter- und einem Überbau. Den **Unterbau** bilden zwei Fundamente mit **Widerlagern** 2, auf denen die Brücke am Ufer aufliegt. Je nach Spannweite gehören auch Stützpfeiler dazu. Den **Überbau** bilden alle Bauteile, die die Lasten auf den Unterbau ableiten.

Der Baustoff

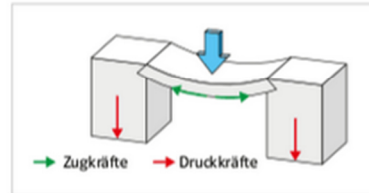
Die Eigenschaften von Holz, Stahl oder Spannbeton sind euch bekannt. Aber eine Brücke aus Papierbögen oder Strohhalmen? Hält das Baumaterial Zug- und Druckkraft aus? Für welche Konstruktion eignet es sich am besten?



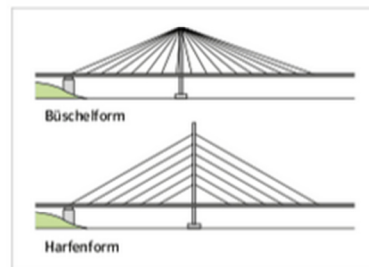
2 Balkenbrücke



3 Bogenbrücke



4 Hängebrücke



5 Schrägseilbrücken

- ✗ Eine optimale Brücke hat wenig Eigengewicht, ist sehr belastbar und hat eine große Spannweite.
- ✗ Brücken bestehen aus einem Über- und Unterbau.



6 Belastungsprobe für eine Papierbogenbrücke

1. Eine Balkenbrücke aus Papier

Aufgabe:

- Baut eine Balkenbrücke ohne zusätzliche Stützpfeiler mit
- einer Spannweite von 60 cm,
 - einer Breite von 5 bis 10 cm und
 - möglichst hoher Belastbarkeit.

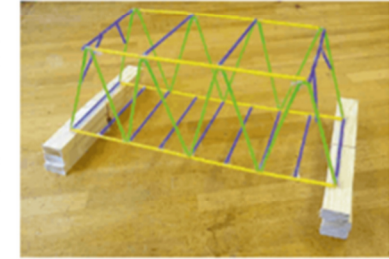
Baustoff:

20 Bögen DIN-A4-Papier und Klebstoff

Tip: Ihr könnt das Papier schneiden, falten, rollen oder was euch noch einfällt. Probiert alles aus! Habt ihr schon eine Vermutung, welche Konstruktion die stabilste ist? Dann beginnt mit dem Bau eurer Brücke. Neben den geforderten Maßen und Baumaterialien sollen anschließend schönes Design und vor allem die Belastbarkeit bewertet werden.



8 Die Leonardo-Brücke wurde von LEONARDO DA VINCI (1452 – 1519) erfunden.



7 Mögliche Strohalmbrücke

2. Strohalm in der Belastungsprobe

Aufgabe:

- Ihr sollt eine Brücke aus lauter Strohhalmen entwerfen mit
- 10 cm Breite,
 - 50 cm Länge und
 - möglichst hoher Belastbarkeit.

Baustoff:

Strohalm und Klebstoff oder Klebeband

Tip: Untersucht euren Baustoff. Wie könnt ihr die Stabilität steigern? Recherchiert an schon gebauten Brücken im Internet und sammelt Ideen. Vielleicht helfen euch auch die Fachwerkkonstruktionen 1 weiter. Überlegt euch eine geeignete Belastungsprobe und überprüft eure Konstruktionen.

3. Eine geniale Erfindung

Aufgabe:

Baut die Leonardo-Brücke 8 nach. Erläutert das Prinzip der Brücke. Was macht sie so besonders?

Mögliche Baustoffe:

- 15 Holzbretter (40cm Länge, 1cm stark und 2 cm breit, aus dem Baumarkt)
- Eisstäbchen für den Nachbau im Kleinen

Stabil oder nicht?

✗ Der Doppel-T-Träger ist besonders stabil und wird daher häufig in Bauwerken verwendet.



1 Doppel-T-Träger

1. Belastungstest: unterschiedliche Trägerformen

Beim Bau von Gebäuden spielt die Statik eine wichtige Rolle. Lasten müssen aufgefangen und weitergeleitet werden, um stabile Strukturen zu bauen. Dabei spielt die Form des Trägers eine wichtige Rolle.

Materialbedarf:

3 unterschiedlich geformte, aber gleich lange Holzleisten 2: quadratische Leiste, rechteckige Leiste (eine Seitenlänge entspricht der der quadratischen Leiste), Doppel-T-Leiste (Breite des Mittelteils entspricht der Seitenlänge der quadratischen Leiste), Gewichtstücke, Gliedermaßstab, gerade Leiste zum Messen der Verformung

Anleitung:

Entwickelt einen Versuchsaufbau, um die unterschiedlichen Träger unter den gleichen Bedingungen zu belasten. Führt dann damit Messungen durch.

Tipps:

Belastet nacheinander jeden Träger (jede Holzleiste) in der Mitte mit dem gleichen Gewicht. Misst jeweils die Durchbiegung der Träger und notiert die Werte.

Auswertung:

Wählt die stabilste Trägerform aus. Begründet eure Wahl.



2 Holzleisten im Querschnitt

2. Belastungstest: Betonträger und Stahlbetonträger im Modell

Beton ist ein wichtiger Baustoff. Beton kann hervorragend Druckkräfte aufnehmen, Zugkräfte jedoch nicht. Daher verwendet man Stahlbeton.

Materialbedarf:

Schalungsmaterial, Gewindestangen M3, Schutzhandschuhe, Betonmischung, Eimer, Kelle, Wasser

Durchführung:

- Baut zwei gleich große Schalungen. Eine wird für den Betonträger und eine für den Stahlbetonträger benötigt.



3 Stahlbetonträger

- Für den Stahlbetonträger: Bohrt an zwei gegenüberliegenden Seiten Löcher für die Gewindestangen. Führt die Gewindestangen ein.
- Zieht Schutzhandschuhe an und mischt die passende Menge an Beton an. Füllt den angemischten Beton in die Schalungen. Wartet mindestens eine Woche, bevor ihr die Träger entnehmt.
- Führt dann einen Belastungstest der beiden Träger durch. Testet auf Druckkräfte und Zugkräfte. Berücksichtigt bei den Zugkräften auch die Ausrichtung der Gewindestangen. Fasst euer Ergebnis zusammen.

3. Stabile Murmelbahn aus Papier

Gruppenaufgabe:

Baut in einer Dreier- oder Vierergruppe eine Murmelbahn aus Papier. Die Murmelbahn darf dabei nicht am Tisch oder an der Wand festgeklebt werden. Von der Größe, aber vor allem von der Stabilität her muss die Murmelbahn von euch noch problemlos transportiert werden können.

Baustoff:

Pro Gruppe Papierstreifen aus 20 – 30 Bögen DIN-A4-Papier (mit Schneidemaschine längs gedrittelt 5), 1–2 Rollen Klebestreifen, Scheren, Stoppuhr (oder Handy)



4 Modell eines Stahlbetonträgers



5 Mit der Schneidemaschine Papierstreifen vorbereiten

Auswertung:

Stoppt an jeder Murmelbahn mit einer Stoppuhr (oder einem Handy) die Zeit und notiert die Ergebnisse an der Tafel. Achtet dabei darauf, dass bei jeder Zeitmessung die gleichen Voraussetzungen gelten. Gewonnen hat die Gruppe, deren Murmel am längsten rollt.