

# Getriebe und einfaches Fahrzeug mit Elektromotor



Fachberater NwT des Landes BW  
2. Auflage  
2017



## **Impressum**

Autoren: Tobias Betgen, Markus Bühler, Michael Eisenmann, Birgit Hofmann, Peter Hug, Stefan Juchem, Mario Klein, Thomas Lonkai, Martin Merkle, Kolja Meyer, Nadine Michelbach, Alexander Mink, Lars Möller, Gerhard Schmiederer, Carsten Späth, Robert Steiner, Gerhard Stern, Frank Trittler, Stefan Viel, Peter Weber, Jochen Wegenast, Sven Wendt, Ulrike Weyrauther; Titelfotos: Mink; Ansprechpartner: Mario Klein, Alexander Mink

Version 2.01, © 2017, die nichtkommerzielle Vervielfältigung für den Unterricht ist nicht gestattet.

Herausgegeben von den Fachreferenten NwT der Referate 75 der Regierungspräsidien Freiburg, Karlsruhe, Stuttgart, Tübingen.

Download über den Landesbildungsserver BW.

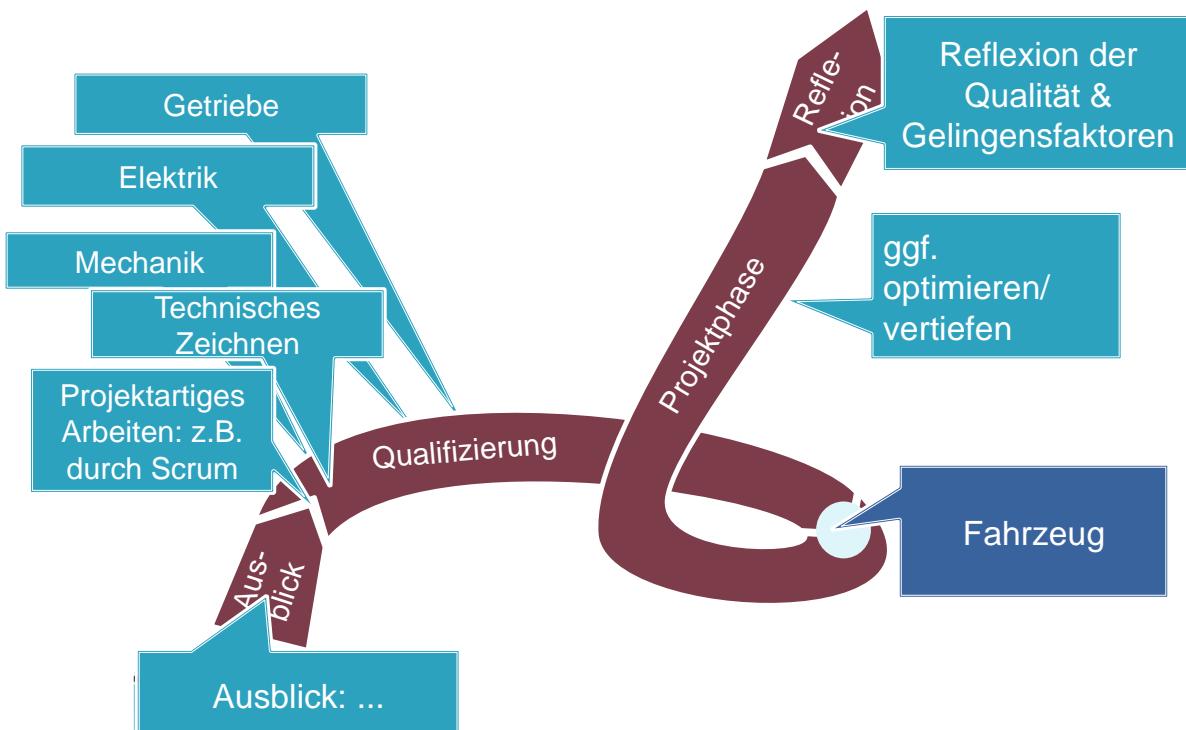
## Inhaltsverzeichnis

0. Einleitung.....	2
1. Motor und Getriebe .....	3
1.1 Station Getriebe A .....	3
1.2 Station Getriebe B .....	4
1.3 Getriebe .....	5
1.4 Infoblatt Drehmoment .....	7
2. Halbzeuge .....	8
2.1 Überblick über die Halbzeuge .....	8
2.2 Verbindungstechniken .....	13
Zahnrad auf Achse.....	13
Riemenrad auf Achse .....	13
Stäbe auf Montageplatte .....	13
Achse an Stab .....	13
2.3 Verbindung von Bauteilen.....	14
3. Elektrik.....	15
3.1 Station Polwendeschaltung.....	15
3.2 Ermitteln der Motorkennlinie .....	16
3.3 Eigenschaften von Akkus und Batterien .....	18
3.4 Infoblatt Akkus und Batterien .....	19
3.5 Messen mit dem Universalmessgerät.....	21
4. Projektauftrag / Lastenheft.....	22
5. Möglicher Unterrichtsgang.....	23
5.1 Mögliche Unterrichtsgänge .....	23
5.2 Mögliche Bewertung des Projekts.....	25
6. Anhang .....	26
6.1 Bestellliste .....	26
6.2 Multimeter, Strom- und Spannungsmessung .....	29
Weitere Multimeter im Überblick .....	29
Grundlagen der Strom- und Spannungsmessung mit dem Multimeter .....	31
Gleichzeitige Messung von Strom und Spannung an einem Verbraucher.....	32
Der Durchgangsprüfer als Test für die Polwendeschaltung .....	32
6.3 Anleitung: Kreisscheiben sägen mit der Dekupiersäge.....	33

# 0. Einleitung

Das vorliegende Heft beinhaltet Arbeitsmaterialien zum Unterrichtsmodul „Getriebe / Fahrzeug“. Das Unterrichtsmodul orientiert sich an der Methode „AquaPRe“, die in diesem Heft nicht nochmals extra vorgestellt wird:

## KLASSE 8: Fahrzeug



Zunächst sind in den Kapiteln 1-3 alle Qualifizierungsmaterialien als Schülerarbeitsblätter zu den Inhalten Getriebe, Arbeit mit Halbzeugen und Elektrik / Motor enthalten.

In Kapitel 1 bei den Getriebematerialien (1.1-1.3) gibt es mehrere Arbeitsblätter, aus denen man das Material, das man als am passendsten zum eigenen Unterrichtsgang ansieht, auswählen kann. Es können hier auch sehr gut die Arbeitsblätter der ZPG-1 verwendet werden, die auch als Downloads unter den angegebenen Links zur Verfügung stehen:

Getriebe 1: [getriebe1.nwt.schule](#)

Getriebe 2: [getriebe2.nwt.schule](#)

Im Unterkapitel 1.5 ist Arbeitsmaterial zum Drehmoment – auch hier gibt es Material aus der ZPG-1 zum Hebel: [hebel1.nwt.schule](#)

Zu der Qualifizierung zum technischen Zeichnen verweisen wir auf die vorhandenen Materialien aus den Sprengeltagungen von 2013.

Auch zum projektartigen Arbeiten bzw. Projektmanagement wurden keine weiteren Materialien erarbeitet.

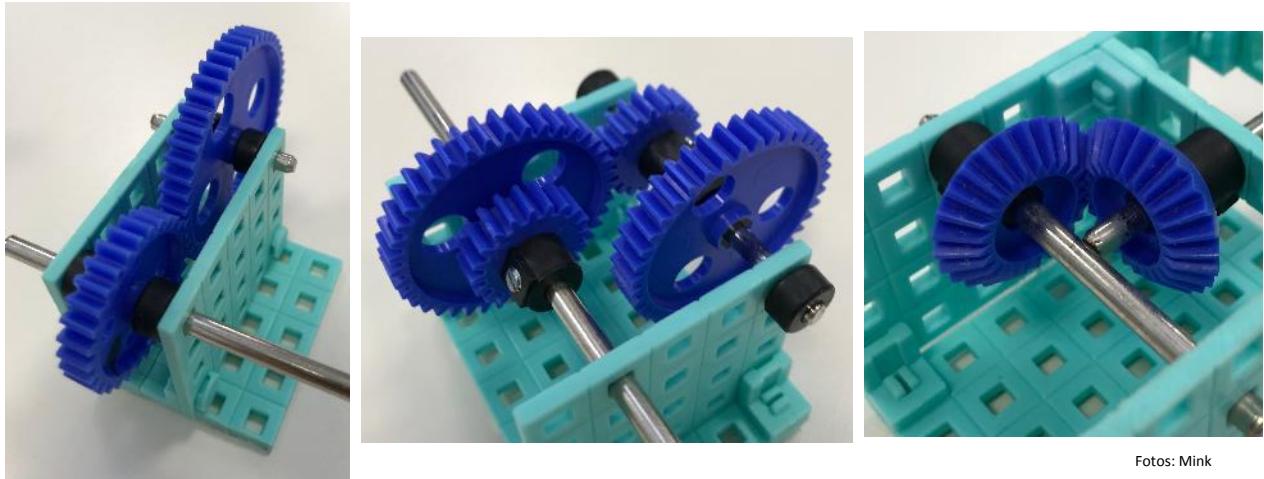
Der Projektauftrag ist in Kapitel 4 zu finden.

In Kapitel 5 werden verschiedene Unterrichtsgänge dargestellt.

In Kapitel 6 sind dann noch ergänzende Materialien dargestellt.

# 1. Motor und Getriebe

## 1.1 Station Getriebe A



Beschäftige dich mit den Funktionsweisen der drei Getriebetypen.

- Erläutere die Funktion des jeweiligen Getriebes.
- Bestimme die damit möglichen Über- und Untersetzung(en).
- Beschreibe die Vorteile und Nachteile des jeweiligen Getriebes.
- Erläutere, welche möglichen Anwendungen es für das jeweilige Getriebe gibt
- Mache dich mit Hilfe der Hebelgesetze vertraut mit den Begriffen Drehmoment, Kraft, Hebel. Überlege, welche Konsequenz das Übersetzungsverhältnis für das Drehmoment und für die Kraft hat.

Übersetzungsverhältnisse können bei Zahnradgetrieben einfach durch die Zähnezahl  $z$  des jeweiligen Zahnrads (1, 2) bestimmt werden; ansonsten über den Durchmesser  $d$  oder die Umdrehungszahl  $n$ .

**Übersetzung:**

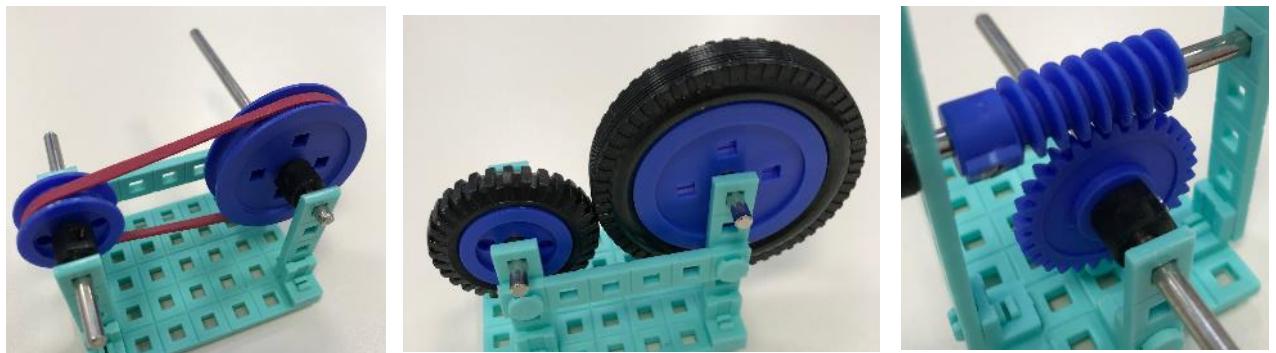
$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

- $z_1$  Anzahl der Zähne des mit der Antriebswelle (am Motor) verbundenen Zahnkranzes  
 $z_2$  Anzahl der Zähne des mit der Abtriebswelle verbundenen Zahnkranzes

z.B.  $z_1 = 10, z_2 = 40$

Übersetzungsverhältnis:  $i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{40}{10} = \frac{4}{1}$

## 1.2 Station Getriebe B



Fotos: Mink

Beschäftige dich mit den Funktionsweisen der drei Getriebetypen.

- Erläutere die Funktion des jeweiligen Getriebes.
- Bestimme die damit möglichen Über- und Untersetzung(en).
- Beschreibe die Vorteile und Nachteile des jeweiligen Getriebes.
- Erläutere, welche möglichen Anwendungen es für das jeweilige Getriebe gibt
- Mache dich mit Hilfe der Hebelgesetze vertraut mit den Begriffen Drehmoment, Kraft, Hebel. Überlege, welche Konsequenz das Übersetzungsverhältnis für das Drehmoment und für die Kraft hat.

Übersetzungsverhältnisse können bei Zahnradgetrieben einfach durch die Zähnezahl  $z$  des jeweiligen Zahnrads (1, 2) bestimmt werden; ansonsten über den Durchmesser  $d$  oder die Umdrehungszahl  $n$ .

**Übersetzung:**

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

$z_1$  Anzahl der Zähne des mit der Antriebswelle (am Motor) verbundenen Zahnkranzes  
 $z_2$  Anzahl der Zähne des mit der Abtriebswelle verbundenen Zahnkranzes

z.B.  $z_1 = 10, z_2 = 40$

Übersetzungsverhältnis:  $i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{40}{10} = \frac{4}{1}$

## 1.3 Getriebe



Kosmolaut, flickr.com, cc by 2.0;

### Aufgabe 1:

In Getrieben spielen die Begriffe **Kraft**, **Hebelgesetz** und **Drehmoment** eine große Rolle. Machen dich mit Hilfe des **Infoblatt Drehmoment** (Seite 6) damit vertraut.

### Aufgabe 2:

Jedes Getriebe hat ein bestimmtes Übersetzungsverhältnis

- Beschreibe, welche Konsequenz das Übersetzungsverhältnis für das Drehmoment hat.
- In einem mehrstufigen Getriebe sind alle Übersetzungsverhältnisse bekannt. Erstelle eine Formel für das Gesamtübersetzungsverhältnis des Getriebes.



### Aufgabe 3:

**Analysiere deine Getriebe und fertige jeweils eine kurze Beschreibung an:**

- Was macht das Getriebe aus dem Drehmoment, Drehzahl und Drehrichtung der angetriebenen Welle?
- Wie groß ist das Übersetzungsverhältnis?
- Welche möglichen Anwendungen wären für dieses Getriebe vorstellbar?

Übersetzungsverhältnisse können bei Zahnradgetrieben einfach durch die Zähnezahl  $z$  des jeweiligen Zahnrads (1, 2) bestimmt werden; ansonsten über den Durchmesser  $d$  oder die Umdrehungszahl  $n$ .

**Übersetzung:**

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

- $z_1$  Anzahl der Zähne des mit der Antriebswelle (am Motor) verbundenen Zahnkranzes  
 $z_2$  Anzahl der Zähne des mit der Abtriebswelle verbundenen Zahnkranzes

z.B.  $z_1 = 10$ ,  $z_2 = 40$

Übersetzungsverhältnis:  $i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{40}{10} = \frac{4}{1}$

# Getriebe kennen lernen

Diese Getriebe gibt es als einfachste Bausätze für wenig Geld zu kaufen, so dass sie sich für ein erstes Kennenlernen von Getrieben in verschiedenen Unterrichtseinheiten eignen.

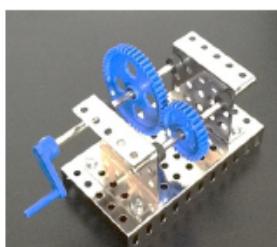
Motoren und Getriebe sind wichtige Teilsysteme in nahezu allen Maschinen. Daher sind Grundkenntnisse sehr essentiell, was von den SchülerInnen auch so empfunden wird, wenn sie vor einem Projektauftrag zum Beispiel zum Bau eines Fahrzeugs, einer Seilwinde oder einer Seifenblasenmaschine stehen.

Zur Einführung in Getriebe ist es gut, wenn die Schülerinnen und Schüler die Getriebe genau betrachten und durchdenken. Dazu dienen diese kleinen Aufgaben, die Sie gerne auch ausprobieren dürfen.

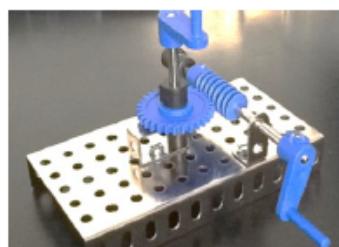
Aufgabe 1: Getriebe haben eine sogenannte Antriebswelle (die normalerweise vom Motor gedreht wird) und üblicherweise eine sogenannte Abtriebswelle, auf der die Drehbewegung dann wieder an etwas anderes weiter geben wird. Die meisten der verschiedenen Getriebetypen funktionieren in beide Richtungen. Welches nicht?

Aufgabe 2: Wie viele der Getriebe drehen die Drehrichtung exakt um? Und bei wie vielen ändert sich die Richtung der Drehachse um 90°?

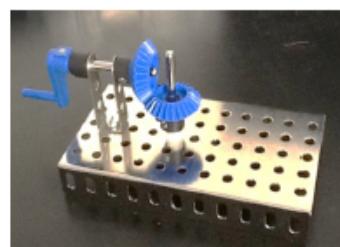
Aufgabe 3: Welcher dieser Getriebetypen (bei dir sehen sie anders aus, aber du findest schon heraus, welches hier jeweils gemeint ist) wäre geeignet, aus einer langsamen Drehbewegung eine schnelle Drehbewegung zu machen? (Man sagt dazu: die Drehzahl oder Drehfrequenz zu erhöhen...)



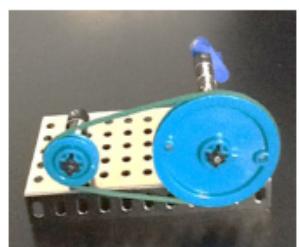
Stirnradgetriebe



Schneckengetriebe



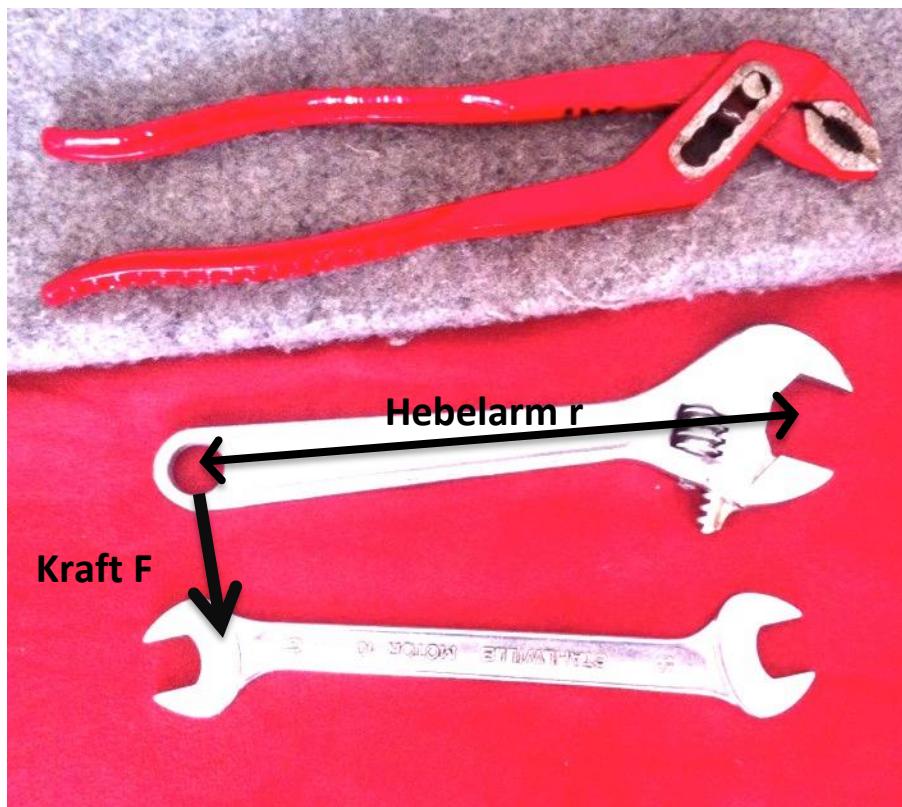
Kegelradgetriebe



Riemengetriebe

Aufgabe 4: In einem Personenaufzug dreht ein Motor die Antriebswelle des Getriebes, die Abtriebswelle ist dann mit einer Seilwinde verbunden. Welchen der vier abgebildeten Getriebetypen würdest du verwenden, damit auch eine vollbesetzte Aufzugskabine bei Stromausfall nicht herunterstaut?

## 1.4 Infoblatt Drehmoment



Das **Drehmoment  $M$**  ist eine physikalische Größe, die für Drehbewegungen die gleiche Rolle spielt wie die Kraft für geradlinige Bewegungen.

Sie ist das Produkt aus **Hebelarm  $r$**  und senkrecht am Hebelarm angreifenden **Kraft  $F$** :

$$M = F \cdot r$$

Das Drehmoment hat die Einheit Newtonmeter (Nm). Bitte nicht verwechseln: Die Energie hat ebenfalls die Einheit Nm, in diesem Fall wird umgerechnet  $1\text{Nm} = 1\text{J}$

Ist ein System im Gleichgewicht so kann das Hebelgesetz angewendet werden. Das Drehmoment auf der einen Seite ist gleich dem Drehmoment auf der anderen Seite (vergleiche Wippe als Schaukel).

Bei Schraubenschlüsseln und anderen Werkzeugen kann durch einen großen Hebelarm mit einer geringen Kraft eine große Wirkung erzielt werden.

Das Drehmoment berechnet man wie folgt:

Wirkt bei einem Schraubenschlüssel mit einem Hebelarm von 20 cm an diesem eine Kraft von 150 N, wirkt folgendes Drehmoment:

$$M = 150 \text{ N} \cdot 0,20 \text{ m}$$

$$M = 30 \text{ Nm}$$

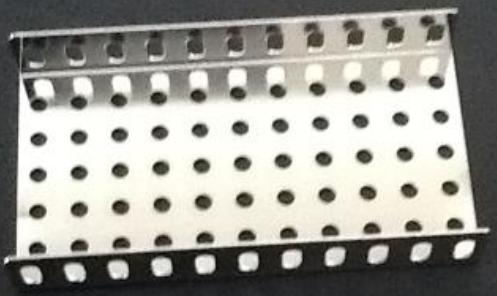
## 2. Halbzeuge

### 2.1 Überblick über die Halbzeuge

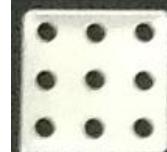
Metall-Halbzeuge:

Name	Bild
Flachstab (2)	
Flachstab (3)	
Flachstab (4)	
Flachstab (5)	
Flachstab (7)	
Flachstab (9)	
Flachstab (15)	
Flachstab (20)	
Flachstab (6 Loch, Langloch)	
Bügel (1x2 Loch)	
Bügel (1x3 Loch)	
Winkel (1 rund, 1 Langloch)	
Winkel (2x1 Loch)	
Montageplatte (5x3 gewinkelt)	

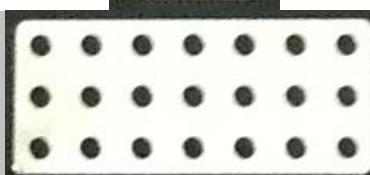
**Montageplatte  
(11x5  
gewinkelt)**



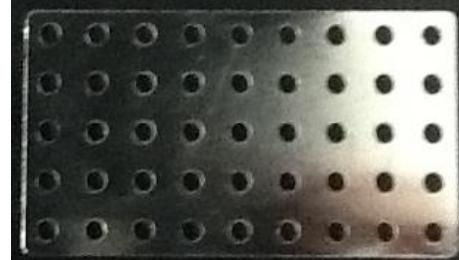
**Platte (3x3)**



**Platte (7x3)**



**Platte (9x5)**



**Winkelstab  
(15x12, 10)**



**Winkelstab  
(15x12, 15)**



**Winkelstab  
(15x12, 20)**

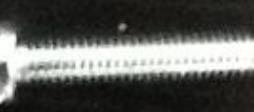


**Winkelstab  
(15x12, 25)**



#### Schlitzschrauben M4 und Muttern

Name	Bild
6 mm	
10 mm	

<b>16 mm</b>	
<b>20 mm</b>	
<b>30 mm</b>	
<b>40 mm</b>	
<b>Mutter M4</b>	
<b>Selbstsichernde Mutter M4</b>	
<b>Hutmutter M4</b>	
<b>Madenschraube</b>	

### Zahnräder und Riemenräder

Name	Bild
<b>50 Zähne</b>	
<b>40 Zähne</b>	
<b>30 Zähne</b>	
<b>20 Zähne</b>	

**10 Zähne (schraubar)**



**Schnecke**



**Schneckenrad**



**Kegelrad**

**Riemenrad 15 mm  
(schraubar)**



**Riemenrad 20 mm**



**Riemenrad 30 mm**



**Riemenrad 50 mm**



---

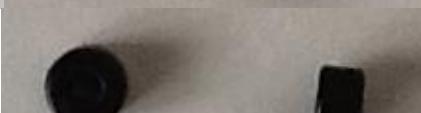
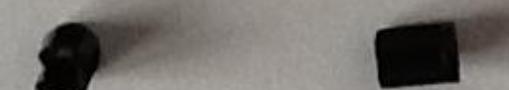
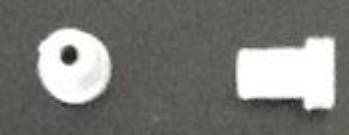
**Achse (d = 4 mm)**

---

Name	Bild
25 mm	
35 mm	
50 mm	
65 mm	
95 mm	
120 mm	
150 mm	

---

## Verbindungselemente

Name	Bild	Beschreibung
<b>Radnabe 6mm</b>		Keine feste Verbindung
<b>Radnabe 12 mm</b>		Keine feste Verbindung
<b>Radnabe 6mm</b>		Schraubar, nicht zu fest anziehen!
<b>Elastikstellring</b>		Aus Gummi: kann auf die Achse gedrückt werden
<b>Stellring</b>		Schraubar
<b>Radnabe für Riemenrad</b>		Feste Verbindung mit Achse
<b>Wellenkupplung M4 – M4</b>		
<b>Kardangelenk</b>		Zum Anschluss von Motoren
<b>Reduzierhülse M2 – M4</b>		Zum Anschluss von Motoren
<b>Reduzierhülsen M3 – M4</b>		
<b>Reduzierhülsen M4 – M6</b>		
<b>Distanzhülsen (5 mm)</b>		

## 2.2 Verbindungstechniken

### Zahnrad auf Achse

Die Schraubnabe kann mit Hilfe einer Madenschraube fest mit der Achse verbunden werden:

**Tipp:** Die Metallstangen stark kühlen und kalt verbinden. Durch die Ausdehnung sitzt die Achse dann sehr gut! Eine gut sitzende Verbindung nennt man eine kraftschlüssige Verbindung.



### Riemenrad auf Achse

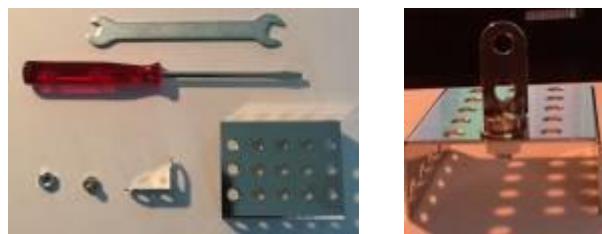
Das Riemenrad kann mit Hilfe der Radnabe auf der Achse fixiert werden. Dazu muss die Radnabe auf die Achse „gedrückt“ werden.

Vorsicht: Sie lässt sich später schlecht wieder entfernen!



### Stäbe auf Montageplatte

Mit Hilfe der M4 Schrauben und Muttern können einzelne Metallteile miteinander verbunden werden! Achte darauf, die Schraube nur so lang zu wählen, wie es notwendig ist!



### Achse an Stab

Mit Hilfe eines Elastikstellringes kann verhindert werden, dass die Achse aus dem Loch des Stabes rutscht. Bessere und haltbarere Verbindungen gewährleisten die schraubbaren Stellringe.



## 2.3 Verbindung von Bauteilen

**Materialien:** Verschiedene Halbzeuge z.B. Achsen, Nabben, Stellringe, Wellenkupplung, Distanzrollen, Klemmringe, Zahnrädern, Schraubnaben, Universalschnecke, Kugellager, Ringschrauben, Gewindestangen, Sicherungsringe, ...

**Arbeitsblätter:** AB Umgang mit Halbzeugen  
Bestellliste T-Time  
AB Überblick Halbzeuge  
Kataloge

**Aufgabe:**

Mache dich mit den verschiedenen Halbzeugen vertraut. Informiere dich über Benennung und Funktion der einzelnen Teile mittels Bestellliste, AB Überblick Halbzeuge und Kataloge.

**Beachte dabei folgende Aspekte:**

- Kraftschlüssige Befestigung eines Zahnrades auf einer Achse
- Welche Zahnräder laufen frei?
- Übertragung von Kräften von einer 2 mm-Achse (Motorwelle) auf eine 4 mm-Achse
- Übertragung von Kräften von einer Achse auf ein großes Holz-Rad
- Reibungsarme Lagerung von Achsen
- Übersetzungsverhältnisse der möglichen Getriebe

# 3. Elektrik

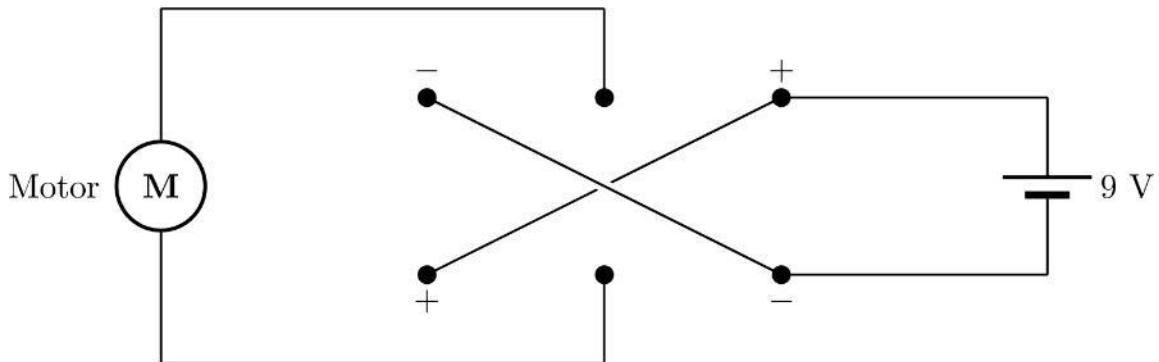
## 3.1 Station Polwendeschaltung

Materialien: Modellaufbau Polwendeschaltung, zweipoliger Umschalter, Multimeter als Durchgangsprüfer

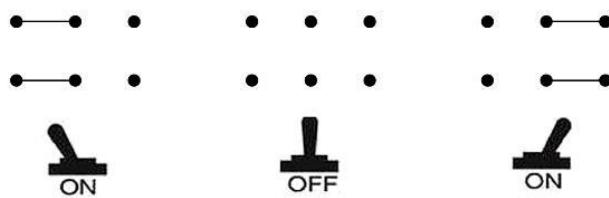
Arbeitsblätter: AB Polwendeschaltung

Um die Drehrichtung des Motors zu ändern, muss die Stromrichtung getauscht werden. Dies geschieht mit einer sogenannten Polwendeschaltung.

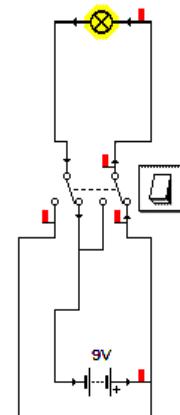
**Schaltplan der Polwendeschaltung:**



**Grundprinzip des zweipoligen Umschalters:**



**Schaltplan in normorientierter Darstellung:**



**Aufgabe:**

Mache dich mit der Polwendeschaltung für den Motor vertraut, so dass du weißt, wo du was anschließen musst, damit sich beim Umschalten die Drehrichtung des Motors ändert

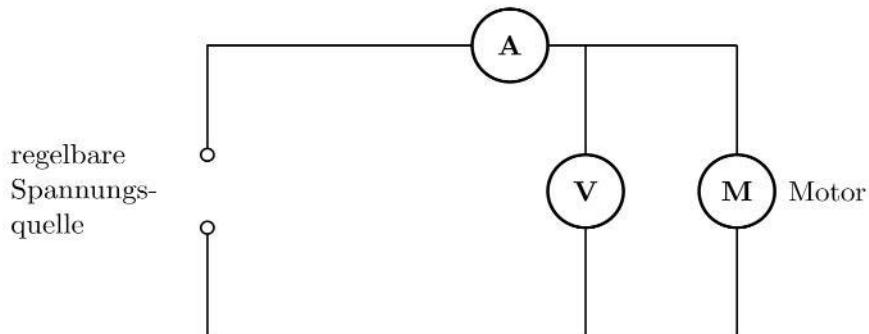
## 3.2 Ermitteln der Motorkennlinie

**Materialien:** Elektromotor, 2 Multimeter, 5 Krokodilkabel, Silikonschlauch, regelbares Netzteil 0-10 V, 5 A (oder ähnliches Modell)

**Arbeitsblätter:** AB Motorkennlinie, AB Universalmessgerät

### Aufgabe 1:

Mache dich mit dem Multimeter vertraut (siehe AB Universalmessgerät) und bau ein Messaufbau ein:



### Aufgabe 2:

Erhöhe langsam die Spannung am Netzteil auf maximal 9 V

Beschreibe, welchen Einfluss das auf Leerlaufdrehzahl und Leerlaufstrom des Motors hat.

### Aufgabe 3:

Lasse die Spannung am Netzteil konstant bei ca. 7 V und bremse den Motor durch Festhalten der drehenden Motorwelle langsam ab.

#### Vorsicht!

Bei zu viel Reibung kann man sich dabei die Finger verbrennen. Verwende am besten den beiliegenden Silikonschlauch und bremsen, indem du ihn langsam auf die Motorwelle aufschiebst.

Beobachte, welchen Einfluss das Abbremsen des Motors auf den **Motorstrom I** hat und protokolliere mehrere Messwerte in der Tabelle.

#### Achtung!

Belaste den Motor immer nur kurzzeitig, da bei längerer starker Last der Motor überhitzt.

Mechanische Belastung	Motorstrom I in A	Elektrische Motorleistung P in W
Leerlauf		
Leichte Last		
Mittlere Last		
Starke Last		
Blockierter Motor		

**Aufgabe 4:**

Berechne die elektrische Motorleistung nach folgender Formel und trage die Werte in die rechte Spalte der Tabelle ein.

$$P = U \cdot I$$

z.B.  $P = 8 \text{ V} \cdot 0,1 \text{ A} = 0,8 \text{ W}$

**Aufgabe 5:**

Folgendes Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen mechanischer Leistung  $P_{\text{mech}}$  und elektrischer Leistung  $P_{\text{elektr}}$  eines Elektromotors bei einer Betriebsspannung von 7 V.

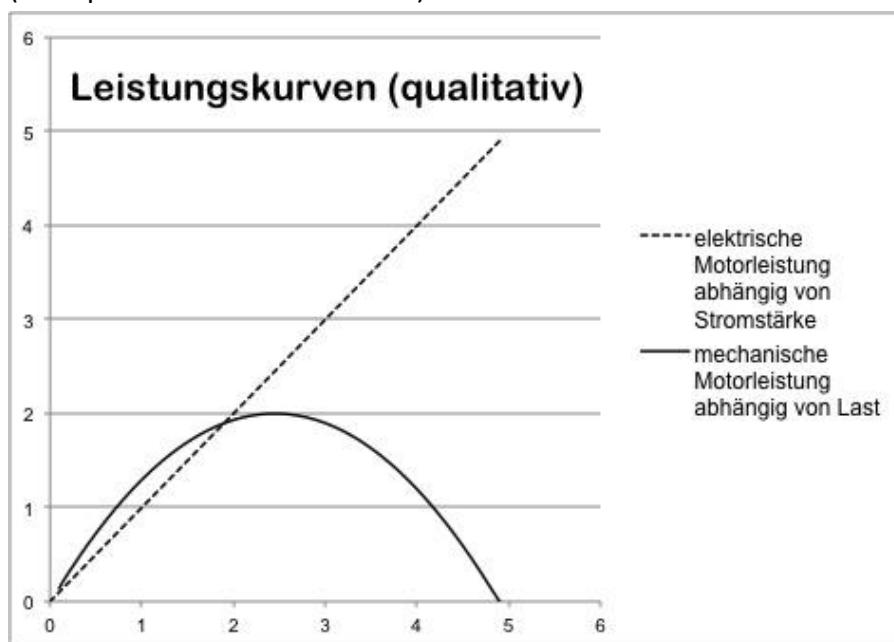
- a) Die mechanische Leistung steigt mit Drehmoment und Drehzahl.

Aus welchem Grund liegt die mechanische Leistung des Motors beim Leerlauf und bei Blockierung bei null?

Die mechanische Leistung fällt ab einer bestimmten Belastung wieder.

Gilt das auch für die elektrische Leistung?

- b) Vergleiche den Verlauf der elektrischen Leistung eines Motors (Aufgabe 4) mit dem Verlauf der mechanischen Leistung im Diagramm unten.  
(rein qualitativer Kurvenverlauf)



- c) Aus welchem Grund macht es wenig Sinn, einen Elektromotor mit der maximalen elektrischen Leistung zu betreiben? Begründe!

### 3.3 Eigenschaften von Akkus und Batterien

**Materialien:** 9 V Blockbatterie, 2 Multimeter, 5 Krokodilkabel, Schalter bzw. Taster, 4 Lastwiderstände ( $2,2\ \Omega$ ,  $4,7\ \Omega$ ,  $10\ \Omega$  und  $56\ \Omega$ )

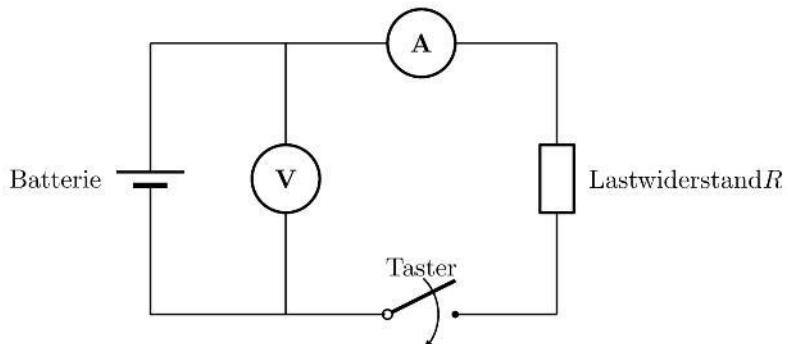
**Arbeitsblätter:** AB Eigenschaften von Akkus und Batterien  
AB Universalmessgerät  
Infoblatt Akkus und Batterien

#### Aufgabe 1:

Mache dich mit dem Multimeter vertraut (siehe Arbeitsblatt „Messen mit Universalmessgerät“) und schalte jeweils ein Multimeter als **Strommesser** und ein Multimeter als **Spannungsmesser** in den folgenden Aufbau ein. Beginne mit dem größten Lastwiderstand auf dem Brett.

Schließe nun den Stromkreis mit dem Taster und drücke nach **3 Sekunden** auf die HOLD-Taste des Multimeters. Der Messwert wird dann festgehalten. Nach dem Ablesen das Multimeter durch erneutes Drücken der HOLD-Taste wieder freigeben.

**Da sich die Batterie bei diesem Versuchsaufbau sehr schnell entleert, darf der Strom nur 3-4 Sekunden lang fließen!**



**Hinweis:** Anstelle der Lastwiderstände könnte auch ein belastbares Potentiometer („regelbarer Widerstand“) eingesetzt werden. Dann können beliebig viele Messwerte zur Erstellung der Kennlinie aufgenommen werden.

#### Beschäftige dich mit folgenden Fragestellungen:

- Bestimme, welche Spannung gemessen wird.
- Miss, wie sich der Stromfluss bei Verringerung des Lastwiderstandes verändert.
- Erkläre den Zusammenhang zwischen Stromfluss und Batteriespannung.

#### Aufgabe 2:

Ein Akku oder eine Batterie hat nur eine geringe gespeicherte Energiemenge. Nach der Entladung muss sie entweder wieder geladen oder ersetzt werden.

- Informiere dich im **Infoblatt Akkus und Batterien** über die technischen Eigenschaften und Daten von Batterien.
- Berechne, wie lange ein Motor bei einem Stromfluss  $I$  von  $0,1\text{ A}$  mit einer  $9\text{ V}$  Blockbatterie läuft.
- Typische  $9\text{ V}$  Blockbatterien haben eine Nennladung (entnehmbare Ladung) von ca.  $500\text{ mAh}$ . Wie lange läuft der Motor bei einem mittleren Motorstrom von  $3\text{ A}$ ?

## 3.4 Infoblatt Akkus und Batterien<sup>1</sup>

### Akku-Entsorgung:

Ausgediente Akkus und Batterien müssen vorschriftsmäßig entsorgt werden. Entsorgen Sie Ihren Batteriemüll kostenlos beim Händler oder der Batteriesammelstelle der Gemeinde.

### Was versteht man unter „Nennladung / Ladungsmenge Q [Ah]“?

Die Ladungsmenge eines Akkus/Batterie gibt die entnehmbare Ladung an. Diese wird in Milliamperestunden [mAh] gemessen und besagt, wie lange welche Stromstärke einer Zelle entnommen werden kann.

$$\text{Ladungsmenge } Q = \text{Entladestrom } I \cdot \text{Entladezeit}$$

$$\text{z.B. } Q = 800 \text{ mA} \cdot 4 \text{ h} = 3200 \text{ mAh} = 3,2 \text{ Ah}$$

Einer 2000 mAh (2 Ah) Zelle entnimmt man:

1 Stunde 2 A, 10 Stunden 0,2 A, 6 Minuten 20 A

Eine Parallelschaltung der Zellen steigert die verfügbare Ladungsmenge.

### Was versteht man unter "Spannung U [V]"?

Die Spannung wird in Volt (V) gemessen und ergibt sich aus der Potenzialdifferenz zwischen den Elektroden. Die Reihenschaltung der Zellen erhöht die Spannung.

### Was versteht man unter "Strom I [A]"?

Schließt man ein Elektrogerät an die Akkus/Batterien, wird der Stromkreis geschlossen fließt Strom. Die abgegebene Stromstärke hängt sowohl vom Gerät als auch dem Innenwiderstand des Akkus/Batterie ab.

### Was versteht man unter "Energie [Wh]"?

Das Produkt aus Spannung und Nennladung ergibt die Energie, diese wird in Wattstunden gemessen. Je mehr Energie ein Akku/Batterie gespeichert hat, desto mehr Arbeit können Sie mit dem Gerät verrichten. Ein 12 Volt Akku-Pack aus 10 Zellen in Reihe mit einer 2,0 Ah Zelle hat ca. 24 Wh. ( $2,0 \text{ Ah} \cdot 1,2 \text{ V} \cdot 10 \text{ Zellen} = 24 \text{ Wh}$ )

### Was versteht man unter "Innenwiderstand R [Ohm]"?

Jeder Akku/Batterie hat einen Innenwiderstand, dieser ist ausschlaggebend für dessen Leistung. Der Innenwiderstand des Akkus/Batterie ist verantwortlich für die kontinuierliche Abnahme der Spannung während der Entladezeit. Der Innenwiderstand einer Zelle ist keine konstante Größe, sondern hängt von vielen verschiedenen Faktoren wie beispielsweise der Temperatur, Alterung der Zelle, Entladung sowie der Größe der Zelle an. Bei einer neu aufgeladenen Zelle ist der Innenwiderstand am kleinsten, erhöht sich aber während der Entladung, was die Zelle erwärmt. Je größer der Innenwiderstand wird, desto mehr Energieverlust entsteht in der Batterie.

### Was versteht man unter "Selbstentladung"?

Die Selbstentladung ist ein temperaturabhängiger, ständiger chemischer Reaktionsprozess an den Elektroden des Akkus/Batterie, ohne Anschluss an einen elektrischen Verbraucher. Das heißt: Alle Akkus/Batterien entladen sich auch ohne Verwendung in einem Gerät nach einer

<sup>1</sup> Quelle: [http://www.akkupower.com/service\\_akku-infos.aspx?lang=de](http://www.akkupower.com/service_akku-infos.aspx?lang=de)

gewissen Zeit von selbst. Je nach System der Akkus/Batterien (NiCd, NiMH, Lilon, Alkaline, Zink-Kohle), verlieren die Akkus/Batterien zwischen 1% - 100 % Ihrer Nennladung pro Jahr.

### **Warum kann ich meistens problemlos Akkus mit 1,2 V in Geräte einsetzen, die laut Hersteller nur mit 1,5 V Batterien betrieben werden dürfen?**

Batterien haben eine Anfangsspannung von ca. 1,59 V, Akkus hingegen von 1,42 V. Die Nennspannung beträgt 1,5 V bei Batterien bzw. 1,2 V bei Akkus. Wird ein elektrischer Verbraucher an einer Batterie angeschlossen, fällt die Spannung kontinuierlich während des Entladevorgangs ab, während der Akku je nach Innenwiderstand seine Spannung von 1,2 V kontinuierlich hält, das heißt, der Akku gibt über 70% seiner Nennladung bei über 1,2 V ab.

### **Wie entsteht der "Memory-Effekt" und was kann ich dagegen tun?**

Der Memory-Effekt verringert die Nennladung des Akkus und kann bei NiCd-Akkus, selten auch bei NiMH Akkus, auftreten. In diesem Fall bilden sich beim Aufladen des Akkus an der negativen Elektrode Kristalle. Wurde der Akku zuvor nicht vollständig entladen, entsteht dadurch eine zweite, unerwünschte Ladestufe. Beim Entladen kann der Akku nur noch bis zu dieser Stufe genutzt werden. Der Memory-Effekt wird vermieden, wenn man den Akku immer vollständig entlädt.

### **So wird ein Akku gelagert:**

Der empfohlene Temperaturbereich für Langzeitlagerung liegt zwischen 10°C und 30°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50%. Wird ein NiMH Akku länger als ein halbes Jahr gelagert, muss dieser zuvor aufgeladen werden. Li-Ion- Akkus müssen bei der Einlagerung stets aufgeladen sein. Es empfiehlt sich, die Akkus einmal jährlich erneut aufzuladen. Bis der Akku später wieder die volle Leistung erhält, sollte der Akku ca. 5 Zyklen (Laden/Entladen) durchlaufen.

### **Warum hat ein nagelneuer Akku wenig Leistung?**

Nagelneue Akkus benötigen ca. 5 Zyklen (Laden/Entladen), bis ihnen die volle Leistung zur Verfügung steht.

### **Was ist eine "Tiefentladung" und ist diese gefährlich für den Akku?**

Bei einer Tiefentladung werden die Zellen eines Akkus, die die geringste Nennladung haben, umgepolzt. Bereits eine Tiefentladung kann den Akku zerstören. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn sich der elektrische Verbraucher bei zu geringer Spannungsversorgung nicht selbstständig abschaltet die die geringste Nennladung haben. Spezielle Ladegeräte können Akkus, die durch Tiefentladung beschädigt wurden teilweise wieder regenerieren.

### **Kann ein Akku fehlerhaft geladen werden?**

Ja. Das Laden in minderwertigen Ladegeräten ohne Ladekontrolle, Abschaltung und Temperaturüberwachung kann die Akkus zerstören.

### **Darf ein Akku während des Ladens heiß werden ?**

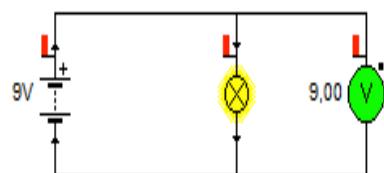
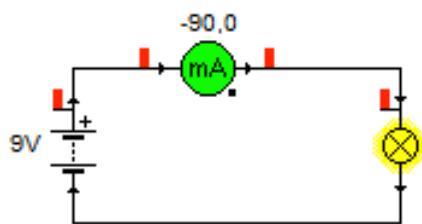
Nein, der Akku darf sich erwärmen, aber nicht heiß werden. Bei über 60°C ist der Akku entweder überladen oder defekt. Deswegen ist es wichtig, dass das Ladegerät mit Temperaturüberwachung ausgestattet ist.

### **Ist Schnellladen schädlich?**

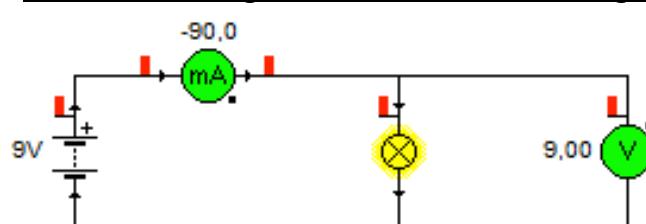
Schnellladen schadet nicht, wenn

- das Ladegerät zuverlässig ist und rechtzeitig abschaltet.
- der Akku mit Qualitätszellen ausgestattet ist

### 3.5 Messen mit dem Universalmessgerät



Simultanmessung von  $I$  und  $U$  mit zwei Messgeräten



## 4. Projektauftrag / Lastenheft

### Wer baut den besten, schnellsten & schönsten Flitzer?

#### Projektauftrag (Lastenheft):

Konstruiere ein Fahrzeug, das durch einen Getriebeelektromotor oder Elektromotor mit einem 9 V-Block angetrieben wird, und das eine Strecke von 10 m möglichst schnell hin und zurück zurücklegt.

Am Ende der Hinfahrt soll durch einen Polwendeschalter die Strecke rückwärts gefahren werden.

Abnahmetermin: xyz



#### Pflichtenheft:

Verlangt sind:

- Ideenskizze
- Konstruktionsskizze im Maßstab 1:2
- Bau erst nach abgeschlossener Konstruktion mit geplanten Konstruktionsschritten (sinnvoller, begründeter Ablauf)
- Getriebeübersetzungsberechnungen
- Projektdokumentation
- Produktbewertung / Reflexion
- Abnahmeprotokoll

Zur Verfügung stehen:

- Grundplatte
- Gewindestangen
- Getriebezahnräder
- Getriebeplatten für problemlosen Aufbau
- als Zubehör: Schrauben, Muttern, Stellringe, Wellenkupplungen, Klemmringe, Achsen, Wellen,
- Schalter, Kabellitze
- 9 V-Block-Anschluss
- Gummiringe
- Rundholzstangen
- Getriebemotor
- Werkstatt

# 5. Möglicher Unterrichtsgang

## 5.1 Mögliche Unterrichtsgänge

**Variante 1:** Folgende Kompetenzen werden bei den Schülern schon vorausgesetzt:  
 Bohrführerschein, Einführung in Werkraum, Lötführerschein, Konstruktionsskizze anfertigen.  
 Falls diese Fertigkeiten noch nicht vorausgesetzt werden können, müssten sie noch vermittelt werden. Beim Lötführerschein kann dies auch während der Konstruktions- und Bauphase erfolgen. Dann muss für diese Phase allerdings mehr Zeit eingeplant werden.

Doppel-Stunden	Inhalt
2	Handwerkliche Techniken NEU: Fügetechnik (Schrauben, Kontern, Kleben), Holzbearbeitung, Sägen (der Bodenplatte), Materialkunde
1	Halbzeug kennenlernen: SuS bauen mit Halbzeug Getriebe Arbeitsteilig: Riemengetriebe, Übersetzung, Untersetzung, zweistufig, Schneckengetriebe, Kegelradgetriebe (TraudlRiess Getriebekasten)
1	Funktionsweise Getriebe; daraus Theorie herleiten Übersetzung, Getriebe, Drehmoment (qualitativ) Reibungskräfte: Lager, Schlupf
1-2	Theorie Elektrik: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schaltung, Schaltplan, Polwendeschaltung</li> <li>- Motor: Datenblatt lesen, Leerlauf / unter Last, Genius-Heft Antriebstechnik</li> <li>- Batterie (unter Last) qualitativ oder quantitativ</li> <li>- Multimeter (eventuell Zusatzelement) ; Kennlinie des Motors</li> </ul>
1	Projektmanagement ; Lastenheft, Pflichtenheft Projektauftrag : Kick-off Ideenskizzen anfertigen
4	Konstruieren und Bauen Reflexion: Anfertigung einer Projektdokumentation (als HA)
1	Abnahme und Wettbewerb Abbau
Summe : <b>11-12</b>	
Optionale Erweiterungen	
	Bau einer Karosse; Design / Aerodynamik (Bionik) / Sicherheitstechnik; (Die Klasse vergibt Designpunkte) → Genius-Hefte
	Messungen / Berechnungen: Stromstärke, Spannung, Leistung, Geschwindigkeit, Reichweite
	CAD: technische Zeichnung
	Planetengetriebe

**Variante 2:** Bei dieser Variante startet man zunächst mit einem Egg-Race, bei dem die Schüler\_innen feststellen, dass sie mit mehr Knowhow sicher zu einem besseren Ergebnis kommen können. Somit werden sie für die Qualifizierungsphase motiviert.

Die Qualifizierungen zum technischen Zeichnen, zum Getriebe und zu Elektrik und Motor werden dann durchgeführt.

Die handwerklichen Kompetenzen werden dann alle in der Bauphase direkt vermittelt – da die unterschiedlichen Projektgruppen i.d.R. einen unterschiedlichen Arbeitsstand haben, geht dies gut während der Bauphase.

Doppelstunden	Inhalt
1	Egg-Race „Baue ein Fahrzeug“
2	Erstellen einer technischen Skizze (vgl. Sprengelmaterial)
2	Einführung in Getriebearten
2	Einführung in Elektrik und Motor <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umgang mit dem Universalmessgerät</li> <li>- Motorkennlinie</li> <li>- Eigenschaften von Akkus und Batterien (Leerlauf/Last)</li> </ul>
8-10	Fahrzeugprojekt (Entwurf, Bau) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Halbzeuge</li> <li>- Sägefährerschein</li> <li>- Bohrmaschinenführerschein</li> <li>- Lötakademie</li> </ul>
2-3	Abschlussrennen und Abschluss der Projektdokumentation (Reflexion)
1	Abbau
Summe: 18-21	

## 5.2 Mögliche Bewertung des Projekts

Jeder Unterrichtsgang hat bei jeder Lehrkraft sicher einen anderen Schwerpunkt und deshalb sind die hier vorliegenden Bewertungsraster nur als Beispiele zu sehen, wie eine solche Projektaufgabe bewertet werden kann:

**Beispiel 1:**

Name	Punkte	Erläuterungen
Fahrzeugaufgabe	/4	
Projektdokumentation	/10	Gut!
Projekttagebuch	/5	Sehr gut
Abnahmeprotokoll	/6	Verbesserungsvorschläge fehlen
Reflexion	/5	Gut! Sehr differenziert!
<b>Gesamt:</b>	<b>/30</b>	<b>Note:</b>

**Beispiel 2:**

Name	Punkte	Erläuterungen
Fahrzeug	/4	Verarbeitung hätte besser sein können; Zusatzpunkte für Design
Fahrzeugaufgabe	/3	
Projektdokumentation	/6	Etwas knapp
Ideenskizze, technische Skizze	/4	Bemäßung
Projekttagebuch	/6	gut
Abnahmeprotokoll	/6	gut
Reflexionstiefe	/4	
<b>Gesamt:</b>	<b>/33</b>	<b>Note:</b>

# 6. Anhang

## 6.1 Bestellliste

<u>Traudl-Riess:</u>				Stand: 1/17
Nummer	Artikel	Anzahl	Einzelpreis	Gesamtpreis
35.100.0	Riess-Technik-Grundbaukasten mit Anleitungsheften	1	24,50	24,50
35.042.0	Arbeitsblätter zur Riess-Technik	1	2,25	2,25
35.043.0	Lösungen zu den Arbeitsblättern	1	2,25	2,25
25.173.0	Sortimentskasten	3	4,95	14,85
25.200.0	Sortierkasten	2	8,65	17,30
35.040.0	RIESS-Technik-Sortierkasten	2	6,85	13,70
27.042.5	Platte 3 x 3 Loch 10er	2	2,95	5,90
27.070.5	Winkel 1 Rundloch und 1 Langloch 10er	1	0,65	0,65
27.025.0	Radfelge 20mm 10er	2	0,96	1,92
27.075.0	Reifen 45mm 10er	3	1,65	4,95
27.087.5	Keilriemenscheibe einrillig 10er	1	1,45	1,45
27.029.5	Stellring 50er	1	3,85	3,85
27.082.5	Wellenkupplung 10er	1	1,25	1,25
21.125.0	Gewindestifte M4 mit Schlitz 100er	1	2,95	2,95
27.063.1	Scheibe 50mm mit Buchse	1	0,90	0,90
05.019.0	Gummiringe 20-100mm	1	1,00	1,00
05.049.0	Gummiringe 3mm x 100mm 50g	1	1,00	1,00
21.018.0	Beilagscheiben innen 4,3mm 1000er	1	3,25	3,25
05.032.0	Kugellager	2	1,60	3,20
27.077.5	Metallachsen 4mm Länge 35 10er	2	0,90	1,80
90.248.0	Metallachsen 4mm Länge 45 10er	1	0,65	0,65
27.128.0	Metallachsen 4mm Länge 50 10er	3	1,20	3,60
27.078.5	Metallachsen 4mm Länge 65 10er	2	1,45	2,90
27.079.5	Metallachsen 4mm Länge 95 10er	2	1,65	3,30
27.124.0	Metallachsen 4mm Länge 120 10er	2	2,15	4,30
27.125.0	Metallachsen 4mm Länge 150 10er	2	2,50	5,00
29.402.5	Distanzrollen 2mm 50er	1	1,15	1,15
29.404.5	Distanzrollen 4mm 50er	1	1,20	1,20
29.406.5	Distanzrollen 6mm 50er	1	1,25	1,25
05.046.0	Klemmringe 4mm 50er	1	1,85	1,85
06.062.0	Motor RE 300 mit Montagesockel	20	1,65	33,00
35.060.0	Musterbeutel mit Riess-Technik-Zahnräder blau	10	3,45	34,50
04.006.0	Musterbeutel mit Riess-Technik-Zahnräder orange	4	1,58	6,32
35.015.0	Zahnrad Modul 1, 20 Zähne 10er	2	0,95	1,90
35.018.0	Zahnrad Modul 1, 50 Zähne 10er	2	1,65	3,30
35.030.0	Schraubnaben-Bausatz	1	2,65	2,65
03.011.0	Motorritzel mit Seilrad 10er	2	1,35	2,70

03.003.1	Universalschnecke 10er	1	1,35	1,35
04.011.0	Riemenscheibe 20mm 10er	1	1,75	1,75
04.012.0	Riemenscheibe 30mm 10er	1	1,95	1,95
04.013.0	Riemenscheibe 50mm 10er	1	2,35	2,35
19.214.0	Litzeband rotschwarz 5m	4	0,88	3,52
			<b>Gesamtpreis</b>	<b>229,41</b>
			<b>Gesamt incl. MwSt.</b>	<b>273,00</b>

<u>Winkler:</u>				
<b>Nummer</b>	<b>Artikel</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Einzelpreis</b>	<b>Gesamtpreis</b>
100939	Kupplungsschlauch 1m	2	1,65	3,30
100937	Getriebemotor	15	2,20	33,00
101644	Messinghülsen-Lager 4mm 100er	1	4,50	4,50
101037	Stahlachse 330mm 10er	2	2,90	5,80
101004	Winkel 1 x 1 Loch	50	0,06	3,00
101006	Flachstab 5 Loch	50	0,09	4,50
101003	Flachstab 7 Loch	50	0,16	8,00
101007	Flachstab 15 Loch	30	0,36	10,80
101008	Flachstab 25 Loch	25	0,53	13,25
200212	Montageschlüssel M3, M4	5	0,52	2,60
101728	Ringschrauben innen 4mm 100er	1	2,22	2,22
101707	Blechschrauben 2,9 x 13mm 100er	1	1,30	1,30
101651	Zylinderkopfschrauben M4 x 6 100er	1	1,30	1,30
101652	Zylinderkopfschrauben M4 x 8 100er	1	1,30	1,30
101653	Zylinderkopfschrauben M4 x 10 100er	1	1,40	1,40
101654	Zylinderkopfschrauben M4 x 16 100er	1	1,45	1,45
101655	Zylinderkopfschrauben M4 x 20 100er	1	1,50	1,50
101656	Zylinderkopfschrauben M4 x 25 100er	1	1,65	1,65
101657	Zylinderkopfschrauben M4 x 30 100er	1	1,80	1,80
101665	Zylinderkopfschrauben M4 x 35 100er	1	1,95	1,95
101658	Zylinderkopfschrauben M4 x 40 100er	1	2,20	2,20
100387	Batterieclip	25	0,16	4,00
101678	Muttern M4 100er	3	0,62	1,86
101695	Karosseriescheiben 20mm	1	1,98	1,98
100052	Kiefersperrholz 4mm 600x300mm	3	2,10	6,30
100053	Kiefersperrholz 6mm 600x300mm	4	2,70	10,80
100054	Kiefersperrholz 10mm 600x300mm	5	3,98	19,90
100057	Holzleisten 4-Kant 5x5mm x 50cm	20	0,21	4,20
100060	Holzleisten 4-Kant 10x10mm x 50cm	20	0,29	5,80
101051	Sicherungsringe 4mm 100er	1	1,85	1,85
101045	Gewindestangen M4	2	2,50	5,00
			<b>3% Mengenrabatt</b>	<b>4,99</b>
			<b>Versandkosten</b>	<b>0,00</b>
			<b>Gesamtpreis</b>	<b>161,50</b>

<u>Amazon</u>				
<b>Nummer</b>	<b>Artikel</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Einzelpreis</b>	<b>Gesamtpreis</b>
	Kippschalter 250 V/AC 3 A 2polig 2 x Ein/Aus/Ein rastend/0/rastend	25	1,67	41,75
			<b>Versandkosten</b>	<b>2,90</b>
			<b>Gesamtpreis</b>	<b>44,65</b>

<u>ALDI</u>				
<b>Nummer</b>	<b>Artikel</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Einzelpreis</b>	<b>Gesamtpreis</b>
	9V Blockbatterien 2er	10	1,69	16,90
			<b>Gesamtpreis</b>	<b>16,90</b>

<u>CONRAD-Elektronik</u>				
<b>Nummer</b>	<b>Artikel</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Einzelpreis</b>	<b>Gesamtpreis</b>
420249-62	Hochlast-Widerstand 4,7 Ω axial bedrahtet 12 W	1	4,46	<b>4,46</b>
420248-62	Hochlast-Widerstand 2,2 Ω axial bedrahtet 12 W	1	4,46	<b>4,46</b>
419419-62	Metallschicht-Widerstand 56 Ω axial bedrahtet 1 W	1	0,18	<b>0,18</b>
			<b>Gesamtpreis</b>	<b>9,10</b>

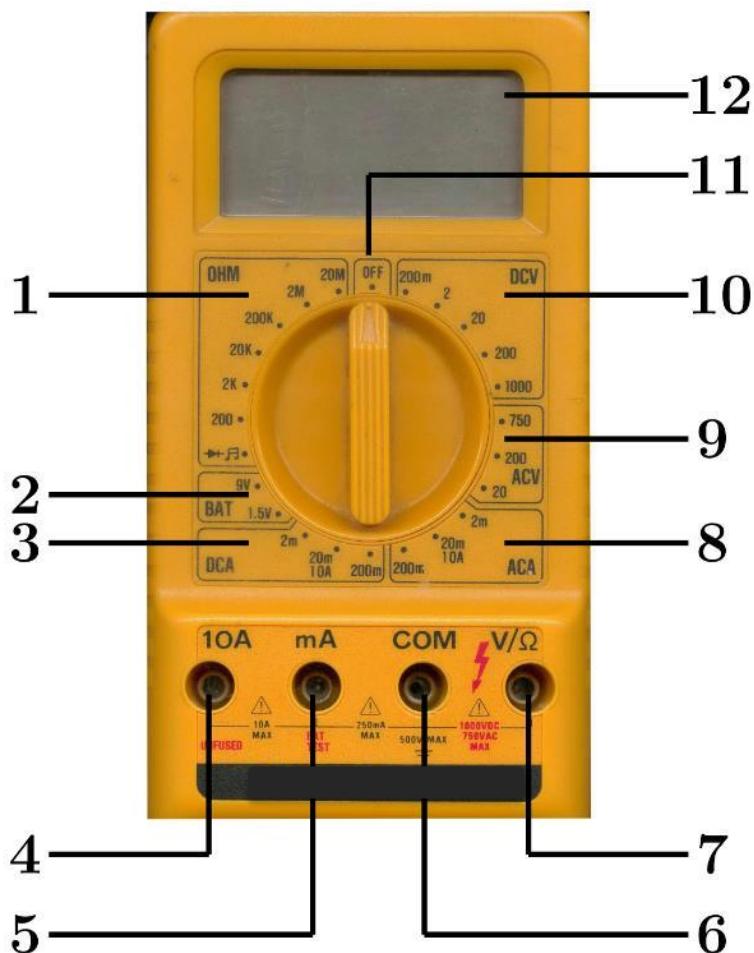
<b>Gesamtsumme:</b>	<b><u>505,14 €</u></b>
---------------------	------------------------

## 6.2 Multimeter, Strom- und Spannungsmessung

### Weitere Multimeter im Überblick



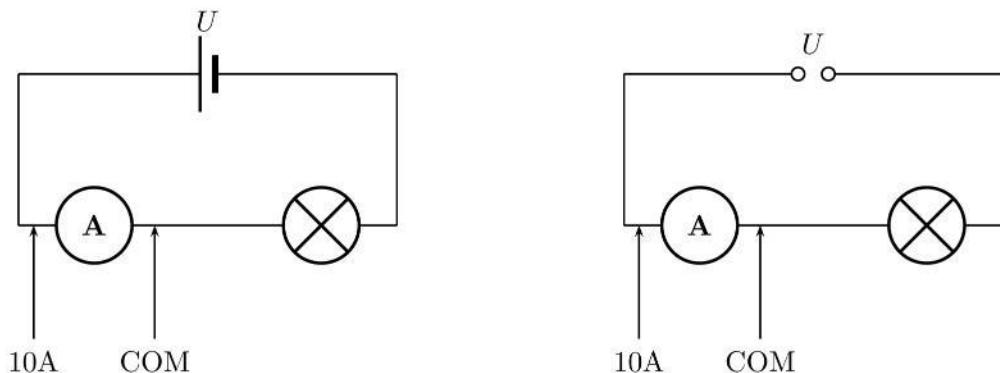
Nummer	Funktion
1	<b>POWER:</b> Nach der Messung <u>immer</u> das Messgerät ausschalten!
2	Ω: Einstellungen zum direkten Messen von <b>Widerständen</b>
3	<b>Diode:</b> Durchgangsprüfer, testet ob Strom fließen kann
4	A=: Einstellungen zur Messung von <b>Gleichströmen</b>
5	<b>10A:</b> Messeingang zur Strommessung bei unbekannten Stromgrößen
6	<b>COM:</b> Eines der beiden Kabel <u>kommt</u> immer ins <b>COM!</b>
7	Ω, <b>Diode</b> , mA: Messeingang um Messen von Widerständen, des Durchgangsprüfers oder von Strömen unterhalb 200 mA
8	V: Messeingang zum Messen von Spannungen (V)
9	<b>V~:</b> Einstellungen zum Messen von <b>Wechselspannungen</b>
10	<b>V=:</b> Einstellungen zum Messen von <b>Gleichspannungen</b>
11	<b>HOLD:</b> Speichert das letzte Messergebnis. Solange die Taste gedrückt ist, ist keine weitere Messung möglich.
12	<b>Anzeige:</b> Zeigt die gemessenen Werte an



Nummer	Funktion
1	<b>OHM:</b> Einstellungen zum direkten Messen von <b>Widerständen</b>
2	<b>BAT:</b> Dient zum Testen von Batterien (9 V und 1,5 V)
3	<b>DCA (Direct Current Ampere):</b> Einstellungen zur Messung von <b>Gleichströmen</b>
4	<b>10A:</b> Messeingang zur Strommessung bei unbekannten Stromgrößen
5	<b>mA:</b> Messeingang um Messen von Strömen unterhalb 200 mA
6	<b>COM:</b> Eines der beiden Kabel <u>kommt</u> immer ins <b>COM!</b>
7	<b>V/Ω:</b> Messeingang zum Messen von Spannungen (V) oder Widerständen ( $\Omega$ )
8	<b>ACA (Alternate Current Ampere):</b> Einstellungen zum Messen von <b>Wechselströmen</b>
9	<b>ACV (Alternate Current Volt):</b> Einstellungen zum Messen von <b>Wechselspannungen</b>
10	<b>DCV (Direct Current Volt):</b> Einstellungen zum Messen von <b>Gleichspannungen</b>
11	<b>OFF:</b> Nach der Messung <u>immer</u> das Messgerät ausschalten!
12	<b>Anzeige:</b> Zeigt die gemessenen Werte an

## Grundlagen der Strom- und Spannungsmessung mit dem Multimeter

Bei der **Strommessung** wird das Multimeter in Reihe zum Verbraucher geschaltet:



	Gleichstrom	Wechselstrom
Kabel	COM zum Minuspol hin, 10A zum Pluspol hin	Polung nicht wichtig
Einstellung	DCA (Mittelstellung)	ACA (Mittelstellung)

Ist der gemessene Strom kleiner als 200 mA (also 0,2 A), so kann der Messbereich verändert werden.

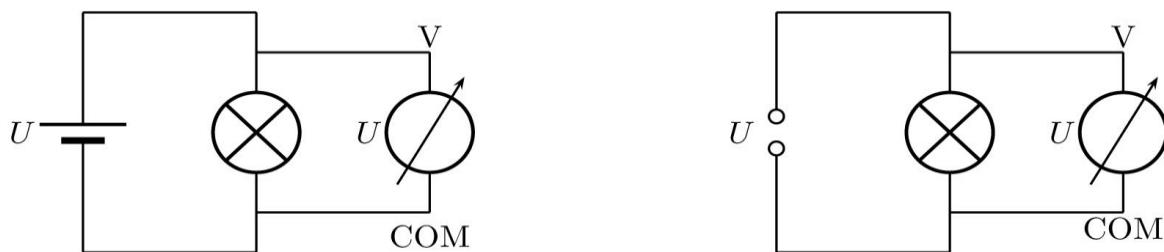
Folgende Reihenfolge:

- Kabel aus 10A am Messgerät ausstecken
- Messbereich auf 200m drehen
- Kabel bei mA einstecken

Immer vom größeren zum kleineren Messbereich schalten! Zu große Stromstärken können das Gerät beschädigen!

Ist die Stromstärke größer als der Messbereich erscheint in der Anzeige: 1.

Bei der **Spannungsmessung** wird das Multimeter parallel zum Verbraucher geschaltet:



	Gleichspannung	Wechselspannung
Kabel	COM zum Minuspol hin, V zum Pluspol hin	Polung nicht wichtig
Einstellung	DCV (1000 V)	ACV (750 V)

Ist die gemessene Spannung kleiner als 1000 V bzw. 750 V, so kann der Messbereich verändert werden.

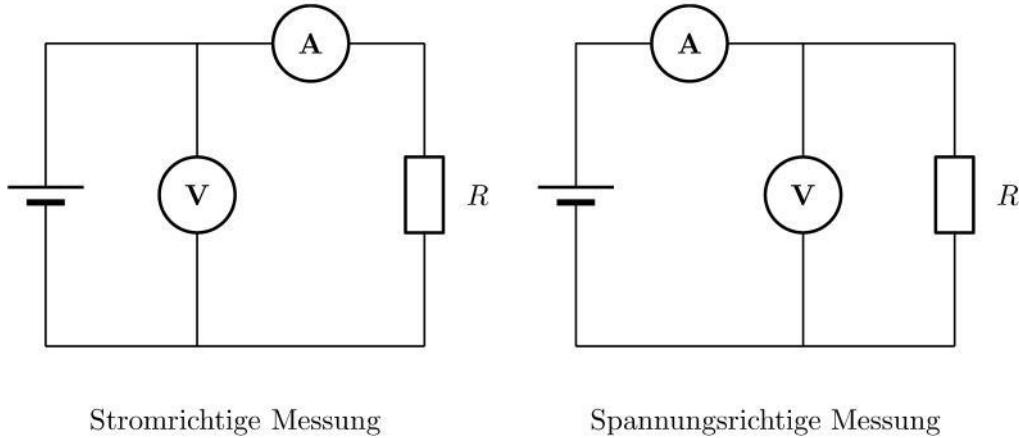
Dazu immer auf den nächstkleineren Wert einstellen.

Immer vom größeren zum kleineren Messbereich schalten! Zu große Spannungen können das Gerät beschädigen!

Ist die Spannung größer als der Messbereich erscheint in der Anzeige: 1.

## Gleichzeitige Messung von Strom und Spannung an einem Verbraucher

Will man gleichzeitig mit zwei Multimetern Strom- und Spannung an einem Verbraucher messen, gibt es dafür zwei Möglichkeiten:



Bei der **stromrichtigen Messung** tritt ein Fehler bei der Spannungsmessung auf, da der Spannungsabfall am Strommessgerät mitgemessen wird. Die tatsächliche Spannung am Verbraucher ist daher etwas geringer als gemessen.

Bei der **spannungsrichtigen Messung** tritt ein Fehler bei der Strommessung auf, da der Strom durch das Spannungsmessgerät mitgemessen wird. Der tatsächliche Strom durch den Verbraucher ist daher etwas geringer als gemessen.

Spannungsmessgeräte haben in der Regel einen sehr hohen Widerstand, Strommessgeräte einen sehr geringen.

Daher gilt folgende Regel:

- Bei Verbrauchern mit geringem Widerstand ist die spannungsrichtige Messung zu bevorzugen.
- Bei Verbrauchern mit großem Widerstand ist die stromrichtige Messung zu bevorzugen.

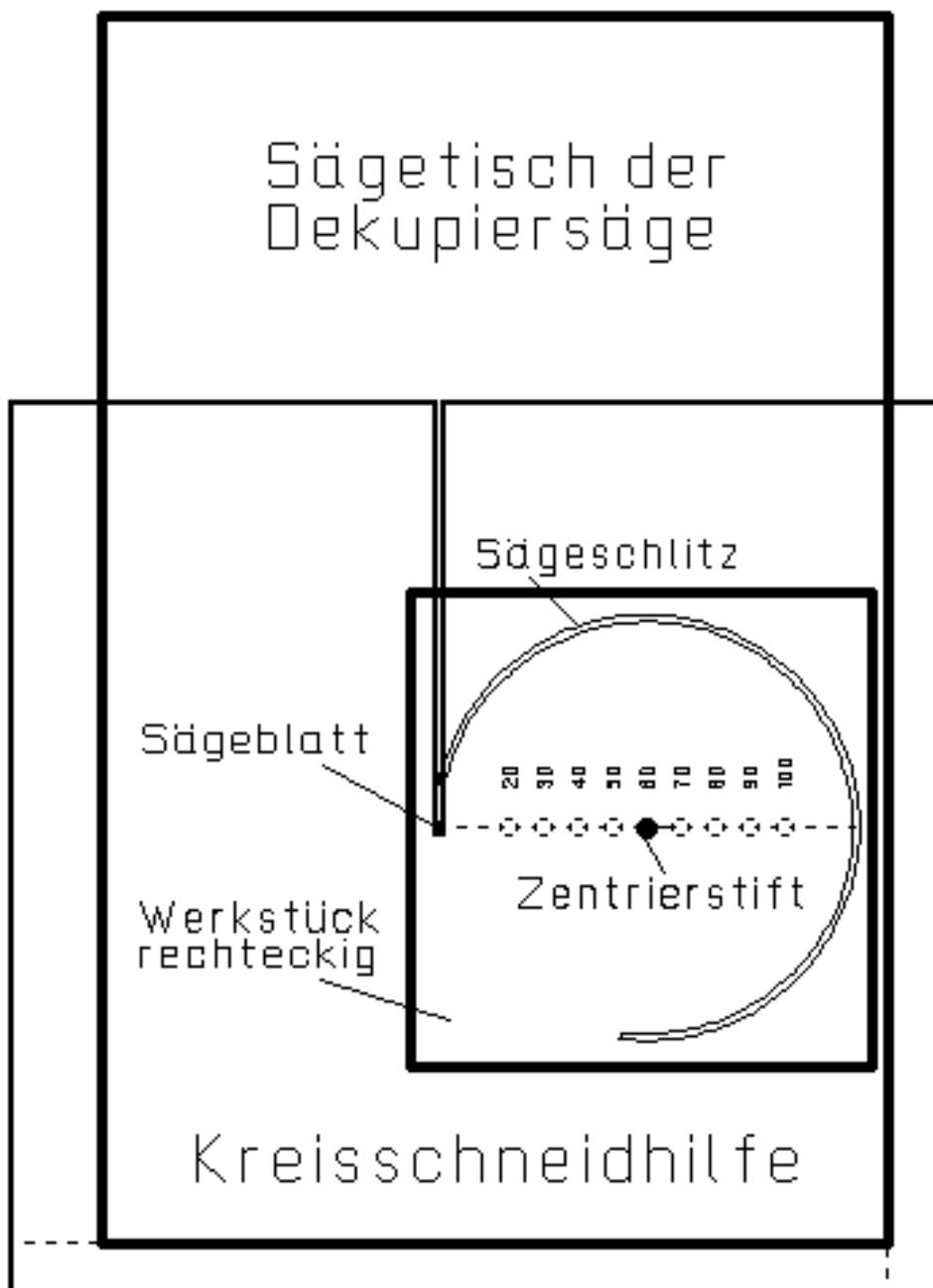
## Der Durchgangsprüfer als Test für die Polwendeschaltung

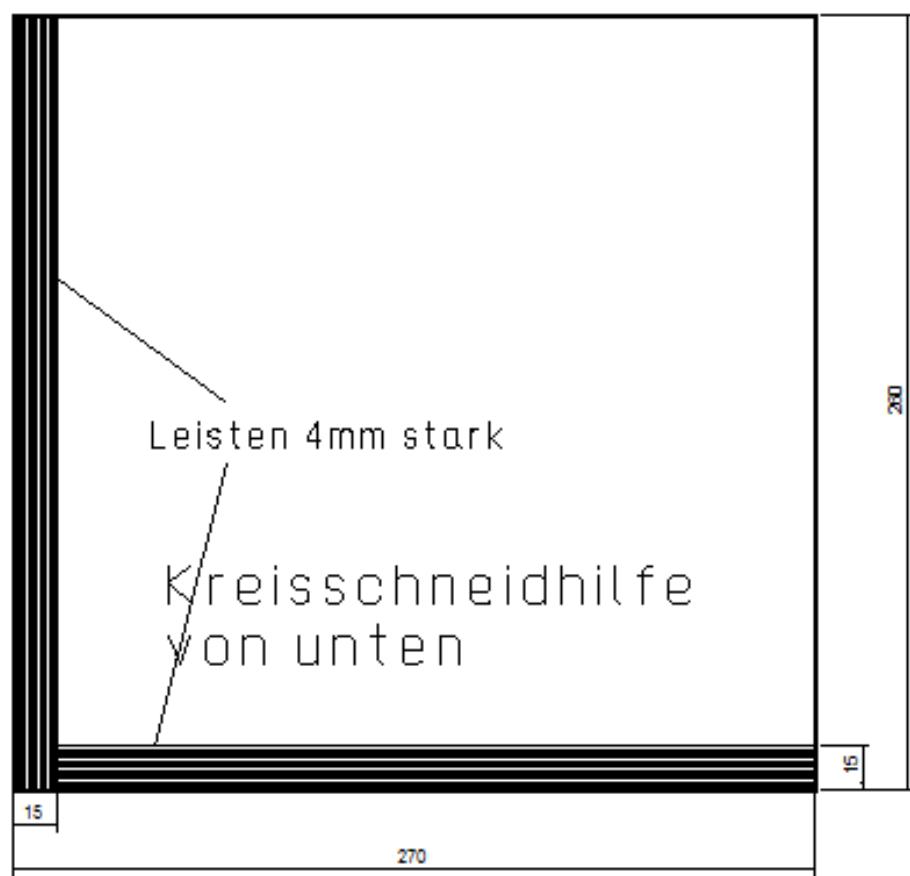
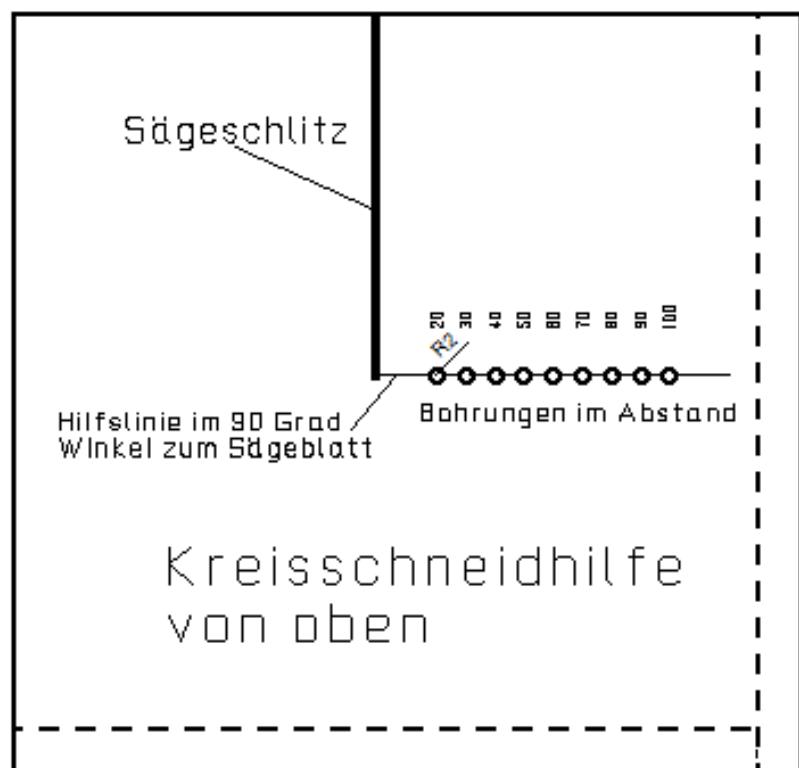
Viele Multimeter haben einen Durchgangsprüfer (meist mit dem Diodensymbol gekennzeichnet). Wählt man diese Funktion kann man damit Lötstellen bzw. Kontakte überprüfen. Dazu hält man die Messspitzen an die Lötstelle und an das angelötete Kabel. Ist die Lötstelle gut, also ein Kontakt hergestellt, zeigt das Multimeter den Wert Null (oder einen sehr kleinen Wert) an, manche geben zusätzlich noch einen Piepton von sich.

Wenn ein sehr großer Wert angezeigt wird oder kein Piepton zu hören ist, wurde die Lötkontakt nicht hergestellt. Dann einfach nochmals anlöten.

## 6.3 Anleitung: Kreisscheiben sägen mit der Dekupiersäge

(mit freundlicher Genehmigung von Roland Müller, Landesinstitut für Schulentwicklung)





## **Herstellung der Kreisschneidehilfe für die Dekupiersäge**

### **Benötigte Materialien**

- 1 Sperrholzbrett (Grundbrett) ungefähr in der Größe 270x236x8
- 1 Holzleiste (Massivholz oder Speerholz) 260x15x4
- 1 Holzleiste (Massivholz oder Speerholz) 255x15x4
- Holzleim
- Kleine Nägel

Die beiden Holzleisten werden vorne und links bündig an das Grundbrett geleimt und eventuell auch noch genagelt.



Grundbrett mit Leisten



Grundbrett mit montierten Leisten

In die Dekupiersäge ist idealerweise ein Rundschneidsägeblatt einzusetzen



Kreisschneideeinrichtung nach erstem Schnitt, mit Hilfslinie und Bohreinteilung

Die Kreisschneidehilfe wird um 180 Grad gewendet auf den Sägetisch der Dekupiersäge gelegt. Die beiden Holzleisten sind nun unten. Die jetzt rechte Holzleiste der Kreisschneidehilfe liegt an der rechten Kante des Sägetisches. Die Kreisschneidehilfe wird nun nach vorne Richtung Sägeblatt geschoben. Es ist darauf zu achten, dass die Holzleiste genau entlang der rechten Kante des Dekupiersägetisches geführt wird. Hat die vordere Holzleiste den Sägetisch erreicht, wird die Kreisschneidehilfe wieder zurückgezogen.



Kreisschneideeinrichtung mit Bohrungen und Stift

In der Kreisschneidehilfe ist nun ein Sägeschlitz in der Breite des Sägeblattes entstanden.

Mithilfe eines Anschlagwinkels wird fast am Ende (ca. 0,5 mm vor dem Sägeschlitzende) des Sägeschlitzes, im rechten Winkel, eine Hilfslinie gezeichnet.

Auf dieser Linie können nun Markierungen für die Bohrungen eingezeichnet werden. Diese entsprechen dem Radius der später herzustellenden Kreisscheiben.

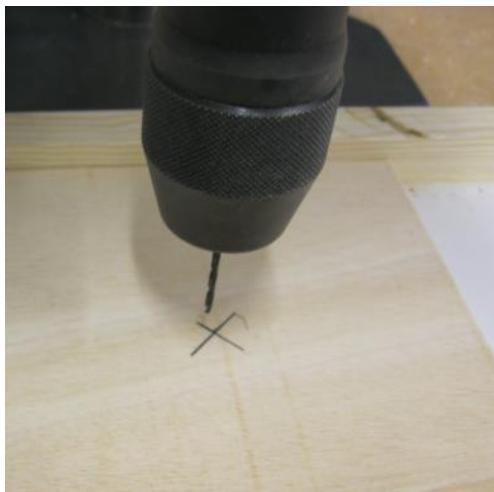
Wird nur eine Kreisscheibe mit einem festen Radius benötigt, genügt nur eine Bohrung im richtigen Abstand (Sägeschlitz-Bohrung).

Werden Scheiben mit unterschiedlichen Durchmessern benötigt, auch im Hinblick auf kommende Werkaufgaben, ist es sinnvoll mehrere Bohrungen etwa im 5 oder 10 mm Abstand vorzusehen. Der Zentrierstift kann dann, je nach gewünschtem Durchmesser, leicht versetzt werden.

In die gewählte Bohrung (entspricht dem Radius der Kreisscheibe) ist nun ein Stift, dies kann ein Nagel oder ein Holzstab mit dem Durchmesser der Bohrungen sein, eingesetzt. Dieser Stift sollte fest und ohne Spiel in der Bohrung sitzen. Der Stift schaut oben ca. 10 mm aus der Kreissägehilfe heraus.

Mithilfe der Kreisschneidehilfe können sowohl Kreisscheiben aus Holzwerkstoffen als auch aus Kunststoff hergestellt werden. Im anschließenden Beispiel wurde eine Kreisscheibe aus Sperrholz hergestellt.

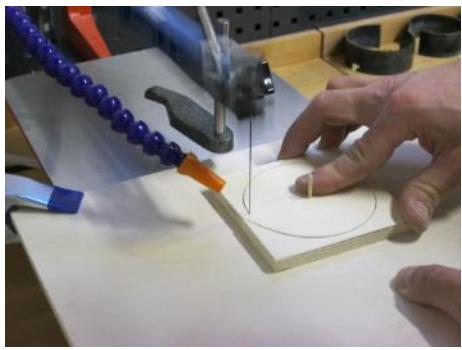
In das Holzbrett B, aus dem eine Runde Scheibe entstehen soll, wird Mittig eine Bohrung im Stift-Durchmesser gebohrt. Das Holzbrett B wird nun auf den Stift gesetzt und eingedrückt. Das Holzbrett liegt nun bündig auf der Kreisschneidehilfe.



Holzbrettchen B wird gebohrt



Holzbrettchen B mit Bohrung



Die rechte Holzleiste an der Kreisschneideeinrichtung wird entlang der rechten Kante der Dekupiersäge, zusammen mit dem Holzbrett B, der Dekupiersäge zugeführt, bis die hintere Holzleiste am Tisch der Dekupiersäge anschlägt. Die Kreissägeeinrichtung ist nun festzuhalten bzw. mit einer Federklemme an der Dekupiersäge festgeklemmt. Nun kann der Sägenvorgang für die Kreisscheibe beginnen, indem das Holzbrett B langsam gedreht wird.

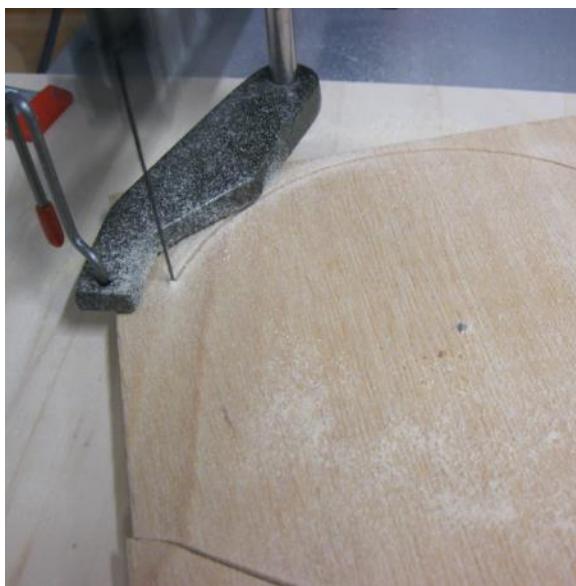
Kreisschneidehilfe wird durch eine Federklammer gehalten



Sägeblatt kurz vor Erreichen des Holzbrettchens B



Sägeblatt ist in das Holzbrettchens B eingedrungen



Kreisschnitt kurz vor den Ende



Kreisscheibe vollständig ausgesägt

