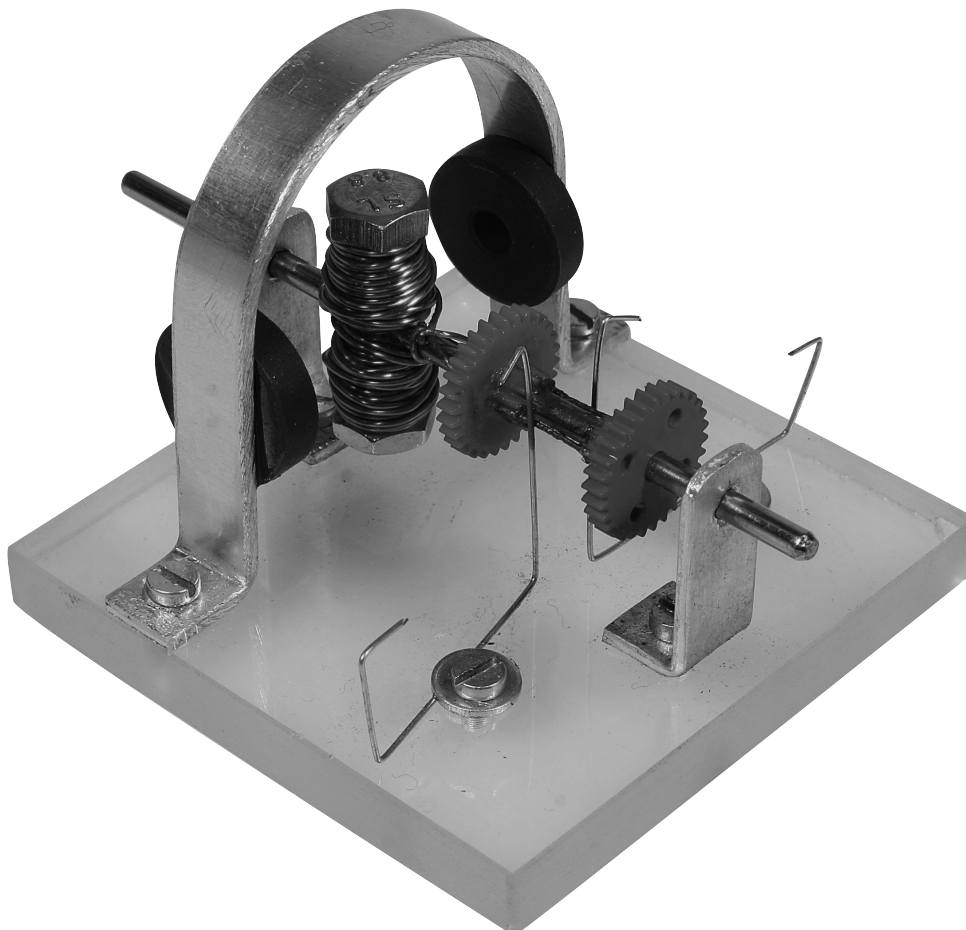


## *P r e m i u m - L i n e* *E l e k t r o m o t o r*



### **Hinweis**

Bei diesen Werkpackungen handelt es sich nach Fertigstellung nicht um Artikel mit Spielzeugcharakter allgemein handelsüblicher Art, sondern um Lehr- und Lernmittel als Unterstützung der pädagogischen Arbeit. Dieser Bausatz darf von Kindern und Jugendlichen nur unter Anleitung und Aufsicht von sachkundigen Erwachsenen gebaut und betrieben werden. Für Kinder unter 36 Monaten nicht geeignet. Erstickungsgefahr!

### **Achtung!**

Dieses Produkt enthält verschluckbare Kleinteile. Es besteht Erstickungsgefahr!  
Dieses Produkt enthält einen Magnet. Verschluckte Magnete können sich im Darm gegenseitig anziehen und schwere Verletzungen verursachen. Ziehen Sie sofort einen Arzt zu Rate, wenn ein Magnet verschluckt wird.

# Sicherheitshinweise für den Umgang mit Magneten



Dauermagnete und magnetische Werkstoffe sind technische Produkte, die im Umgang Vorsichtsmaßnahmen erfordern. Alle Personen, die magnetische Werkstoffe handhaben, müssen diese Hinweise kennen und beachten!



## Gefährdung durch Magnete

- Gefährdung durch magnetische Felder für
  - magnetische Datenträger
  - elektrische Geräte
  - Herzschrittmacher
- Verletzungsgefahr durch Quetschungen
- Verletzungsgefahr durch Magnetsplitter
- Brand- und Explosionsgefahr
- Gesundheitsgefährdung bei Kontakt mit Trinkwasser, Lebensmitteln und Haut



## Handhabung

- Personen mit Herzschrittmachern dürfen sich keinen magnetischen Feldern aussetzen
- Elektrische Geräte und magnetische Datenträger sind von magnetischen Feldern fernzuhalten
- Magnete dürfen nur vorsichtig an andere Magnete oder magnetische Eisenteile herangeführt werden, da ansonsten die Gefahr von Quetschungen besteht – geeignete persönliche Schutzausrüstung ist zu tragen
- Magnete dürfen wegen allfälliger Funkenbildung nie in explosiver Atmosphäre gehandhabt werden
- Gegenstände aus Eisen sollten nicht in unmittelbarer Nähe zum Magneten liegengelassen werden
- Magnete können beim Aufsetzen splintern – um Augenverletzungen vorzubeugen ist das Tragen einer geeigneten persönlichen Schutzausrüstung obligatorisch
- Bei der mechanischen Bearbeitung von Magnetwerkstoffen besteht Brandgefahr – glimmende oder brennende Magnete und deren Bearbeitungsabfälle nicht mit Wasser, CO<sub>2</sub>- oder Halogenlöschern löschen -> geeignete Löschmittel sind Sand oder Pulverlöscher mit Metallbrandpulver
- Wasserstoffeinlagerungen zerstören die Gefügestruktur und führen zur Auflösung des ungeschützten Magneten – daher sind Kontakte mit Wasserstoff unbedingt zu vermeiden
- Magnete, die eine Nickelbeschichtung aufweisen, können bei manchen Menschen Allergien auslösen, sobald sie in Kontakt mit diesem chemischen Element kommen – vermeiden sie daher dauerhaften Hautkontakt mit nickelbeschichteten Magneten



## Vorsicht beim Magnetisieren

- Nicht in Feldrichtung schauen, da Magnete aus dem Magnetfeld herausgeschossen werden können
- Magnete in Magnetisierspule sichern – niemals frei mit der Hand festhalten
- Zwischen den Eisenpolen liegende Magnete können platzen
- Umgebung frei von magnetischen Teilen halten
- Betriebsanweisung der Magnetisiergeräte und –spulen beachten



## Transport

- Beim Lufttransport sind die Bestimmungen für magnetische Streufelder zu beachten – gilt auch für verbaute Magnete (weitere Hinweise siehe Webseite [www.iata.org](http://www.iata.org))
- Im Postversand können Magnetfelder von nicht sachgemäß verpackten Magneten Störungen an Sortieranlagen verursachen und empfindliche Güter in anderen Paketen beschädigen – beachten sie die Vorschriften des Paketdienstes



## 1. Sachinformation:

**Art:** Metall- + Kunststoff- / Funktionsmodell; Gebrauchsgegenstand  
**Verwendung:** Im Werkunterricht ab der 7. Jahrgangsstufe;

## 2. Materialkunde:

**2.1 Werkstoff:** Aluminium (Nichteisenmetall; Leichtmetall);  
leicht; unmagnetisch; weich;  
**Bearbeitung:** trennen; feilen; bohren;  
**Verbindung:** schrauben;  
**Oberfläche:** polieren, Klar- oder Zaponlack;  
**2.2 Werkstoff:** Acrylglas gegossen; Thermoplast;  
PMMA (Polymethylmethacrylat), transparent;  
**Bearbeitung:** bohren, Gewinde schneiden;  
**Verbindung:** schrauben  
**Oberfläche:** keine Behandlung notwendig

## 3. Werkzeuge:

**trennen:** Seitenschneider für das Lochblech, Federstahl- und Kupferlackdraht verwenden  
**Beachte!** Schnittgefahr an den Kanten!  
Schnitte gut entgraten!

**feilen:** je nach Bearbeitungsgrad die Feilenauswahl treffen;  
bei Ausschnitten Schlüsselfeilen verwenden  
**Beachte!** Feile nur auf Schubbewegung belasten.

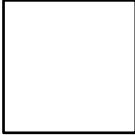












**sägen:** Metallbügelsäge zum Abschneiden von Aluminiumblech  
**Beachte!** Werkstück einspannen

**bohren:** Ständerbohrmaschine verwenden;  
**Beachte!** Geltende Sicherheitsvorschriften beachten (lange Haare,  
Schmuck aller Art, Kleidung, Schutzbrille, Spannvor-  
richtung)!  
Teile im Maschinenschraubstock einspannen!  
Richtige Drehzahlen (Schnittgeschwindigkeit) einstellen!

**kleben:** wir empfehlen Sekunden-Kleber zu verwenden;  
Klebstoff nicht zu dick auftragen.  
Hinweise auf der Verpackung beachten!

**Gewinde schneiden:** Kerndurchmesser vorbohren;  
passenden Gewindebohrer verwenden,  
Späne brechen!!

**4. Stückliste:**

Pos.	Menge	Benennung	Material	Maße (in mm)
1	1	<b>Grundplatte</b>	Acrylglas, gegossen	8 x 70 x 70
				
2	1 2	<b>Bügel/Lagerböcke</b>	Aluminiumstreifen Lochblechstreifen	2 x 10 x 250 0,5 oder 0,8 x 10 x 150
				
3	1	<b>Welle</b>	Metallachse	Ø 3 x 95
				
4	1	<b>Eisenkern</b>	Schraube, gebohrt mit Mutter	M6 x 25
				
5	1	<b>Ankerwicklung</b>	Kupferlackdraht	Ø 0,6 x 2400
				
6	2	<b>Kommutator</b>	Doppelzahnrad	30/10 Zähne
				
7	1	<b>Schleifkontaktbügel</b>	Federstahldraht	Ø 0,5 x 250
				
8	2	<b>Dauermagnet</b>	Ringmagnet	Ø 18/5 x 5
				
9	2	<b>Montagematerial</b>	Senkkopfschraube	M3 x 16
				
10	2	<b>Montagematerial</b>	Muttern	M3
				
11	6	<b>Montagematerial</b>	Zylinderskopfschraube	M3 x 6
				
12	2	<b>Montagematerial</b>	Unterlegscheibe	M4
				
13	1	<b>Biegehilfe</b>	Buchenholzrad	Ø 40 x 10
				

**Außerdem wird benötigt:**

ein paar Tropfen Sekunden-Kleber (nicht in der Werkpackung enthalten)

## 6. Bauanleitung

### 6.1 Herstellung der Grundplatte

### 6.2 Herstellung Bügel und Lager

### 6.3 Herstellung Anker und Kommutator

### 6.4 Endmontage und Funktionsprüfung

### 6.5 Funktionsprinzip eines Elektromotors

#### **Allgemein:**

In der Werkpackung ist unterschiedliches Material zur Herstellung des Bügels und der Lager enthalten.

Die Material-Auswahl soll die Herstellung des Elektromotors in unterschiedliche Schwierigkeitsgrade ermöglichen.

## 6.1 Herstellung Grundplatte

6.1.1 Maße der Zeichnungen (s. Seite 9) auf die Acrylplatte (1) übertragen oder Schablone ausschneiden und mit Klebefilm auf der Acrylplatte fixieren. Mittelpunkte der Bohrungen mit einem Vorstecher markieren.

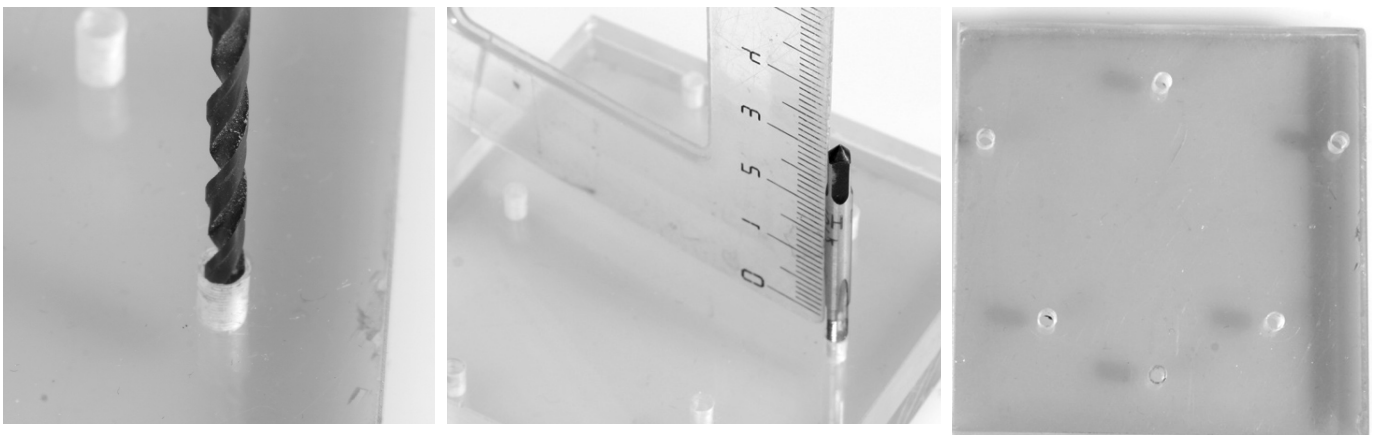
**Hinweis:** Schutzfolie während der Bearbeitung nicht entfernen!



6.1.2 Löcher  $\varnothing 2,5$  mm bohren (Kunststoff- oder Metallbohrer verwenden!).

6.1.3 M3 Gewinde schneiden (3-teilige Gewindebohrer oder Einschnittgewindebohrer verwenden!).

**Hinweis:** Gewindebohrer senkrecht zur Acrylplatte ausrichten!



## 6.2 Herstellung Bügel und Lager

### Allgemein:

Hier kommt nun das unterschiedliche Material zum Einsatz.

#### 1. Möglichkeit:

Mit dem Lochblechstreifen ist ein einfaches Biegen des Bügel und der Lager möglich. Die aufwändigen Bohrungen entfallen.

#### 2. Möglichkeit:

Für die gehobene Anforderung werden aus dem Alustreifen der Bügel und die Lager hergestellt. Diese Arbeitsschritte sind aufwändiger und erfordern sorgfältiges Arbeiten. Die Löcher müssen angerissen und gebohrt werden.

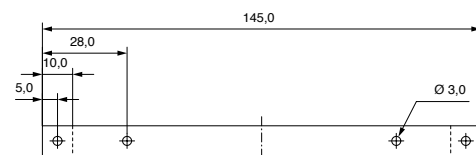
In der Anleitung wird die Herstellung aus dem Aluminiumstreifen beschrieben.

6.2.1 Maße der Zeichnungen (s. Seite 9) auf den Alustreifen (2) übertragen oder Schablone ausschneiden und mit Klebefilm auf dem Alustreifen fixieren und Mittelpunkte der Bohrungen mit einem Vorstecher markieren. Biegekanten (gestrichelte Linien) und Mitte des Bügel mit einem Bleistift aufzeichnen.

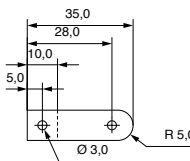
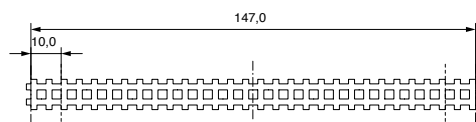
**Hinweis:** Biegekante nur mit Bleistift markieren damit keine Vertiefungen entstehen, die später zum Bruch führen könnten!



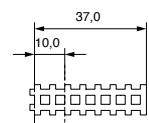
Bügel



Lagerböcke



2x



6.2.2 Bügel und Lagerböcke vom Alustreifen mit einer Metallbügelsäge ablängen. Teile sauber entgraten und Lagerböcke nach Zeichnung an einem Ende abrunden.

**Hinweis:** Schutzbacken verwenden!

6.2.3 Löcher  $\varnothing 3$  mm in Bügel und Lagerböcke bohren. Zur Vereinfachung kann auf die Bohrung zur Befestigung der Magnete verzichtet werden, weil man die Magnete auch ankleben kann.

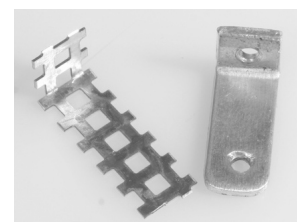
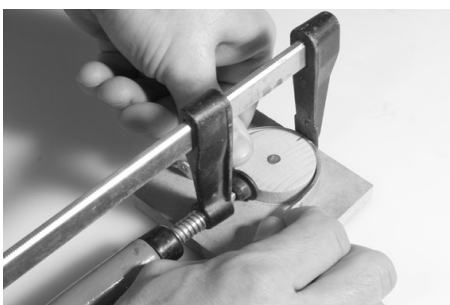
6.2.4 Befestigungsstege jeweils an den Enden des Bügels und der Lagerböcke im Schraubstock 90° abwinkeln.

**Hinweis:** Schutzbacken verwenden! Maße genau einhalten!

6.2.5 Mit dem Holzrad (13) eine Biegehilfe herstellen, indem das Holzrad einfach auf einer Holzplatte (nicht in der Werkpackung enthalten) befestigt wird.

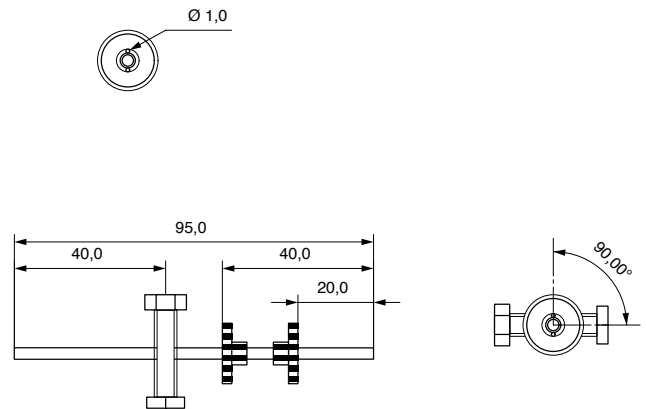
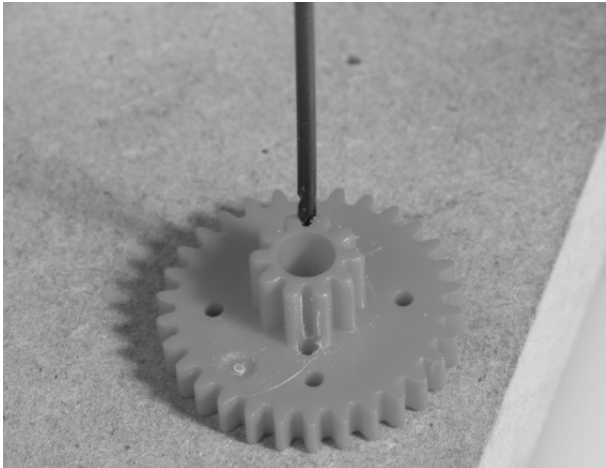
Am Rand die Mitte des Streifens markieren. An dieser Markierung deckungsgleich die Mitte des Bügels anlegen und den Bügel mit einer Schraubzwinde am Holzrad fixieren. Nun den Bügel links und rechts gleichmäßig um das Rad biegen.

**Hinweis:** Maße genau einhalten!

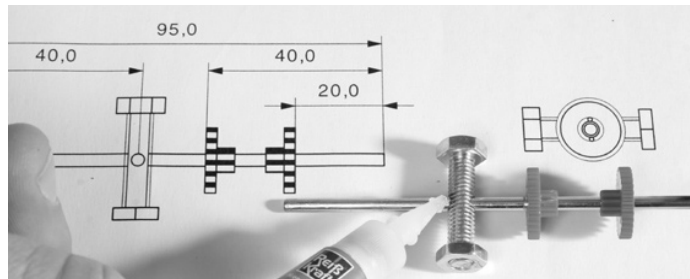


## 6.3 Herstellung Anker und Kommutator

6.3.1 Bei einem Zahnrad (6) nach Zeichnung (s. Seite 11) genau zwischen zwei Zähnen am kleinen Ritzel  $\varnothing 1$  mm durchbohren (s. Zeichnung). Eine zweite Bohrung genau gegenüber ebenso durchführen.



6.3.2 Nach Zeichnung (s. Seite 11) die Schraube mit Bohrung (4) auf die Welle (3)  $\varnothing 3 \times 95$  mm um 40 mm eingerückt mit einem Tropfen Sekunden-Kleber befestigen. Die Mutter bündig zum Schraubengewindeende ebenso mit Sekunden-Kleber befestigen.



6.3.3 Das gebohrte Zahnrad nach Zeichnung von der anderen Seite um 40 mm eingerückt auf die Welle stecken. Das zweite Zahnrad mit der kleinen Zahnung nach innen um 20 mm eingerückt auf die Welle schieben. Auf das zweite (vordere) Zahnrad kann auch ganz verzichtet werden, da die kurzen Drahtenden sich später nicht verbiegen.

Nach Zeichnung die Bohrungen des Zahnrades um  $90^\circ$  versetzt zur Schraube (Eisenkern) ausrichten (s. Seite 11).

6.3.4 Das Gewinde der Schraube mit Klebeband oder Isolierband abkleben.

Den Kupferlackdraht abwickeln und doppelt legen, ohne den Draht zu knicken. Den Draht diagonal über die Welle legen und auf einer Seite der Schraube den Draht umwickeln bis noch ca. 40 mm überstehen.

Nun die Wicklung mit der zweiten Hälfte des Drahtes auf der anderen Seite in der **gleichen Wickelrichtung** fortführen bis ebenso nur noch 40 mm überstehen.

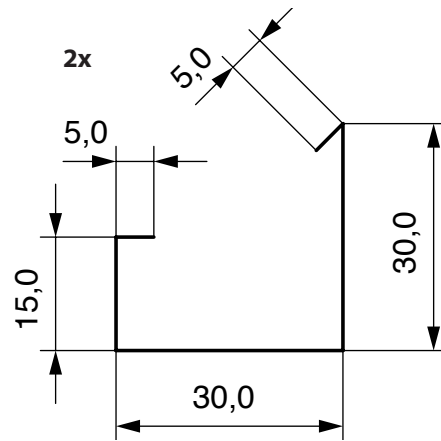
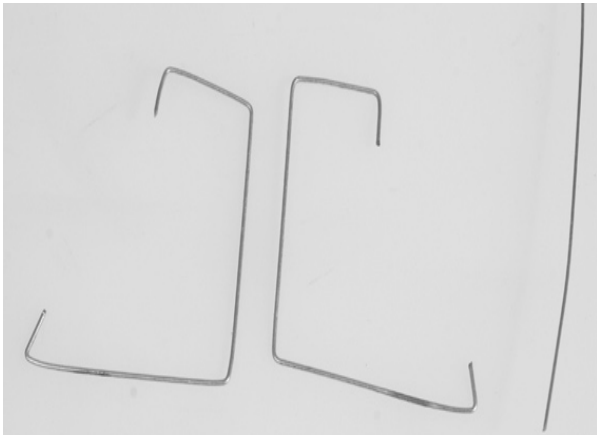
An den Drahtenden den Lack mit Schmirgelpapier entfernen. Drahtenden durch die kleinen Bohrungen im Zahnrad mit einer Rundzange ziehen. Länge bis zum 2. Zahnrad abmessen und Draht ablängen. Drähte sauber ausrichten (sollen in den Zähnen liegen, mit einer Kombizange hineindrücken). Drähte sollen parallel zur Achse liegen (bei der Ausführung ohne zweites Zahnrad die Drähte ca. 5-10 mm überstehen lassen, jedoch dürfen sie die Welle nicht berühren!)

### Hinweis:

Wickelrichtung beachten! Ausrichtung der Zahnräder zur Spule überprüfen!



6.3.5 Nach Zeichnung aus dem Federstahl (7) zwei Schleifkontakte herstellen.



## 6.4 Endmontage und Funktionsprüfung:

6.4.1 Magnete mit den Senkkopfschrauben (9) und den Muttern (10) am Alubügel so befestigen (oder kleben), dass unterschiedliche Pole gegenüber sind.

**Hinweis:**

**Polung der Magnete beachten!**

Je nach Herstellung der Bügel die Befestigung der Magnete vornehmen.



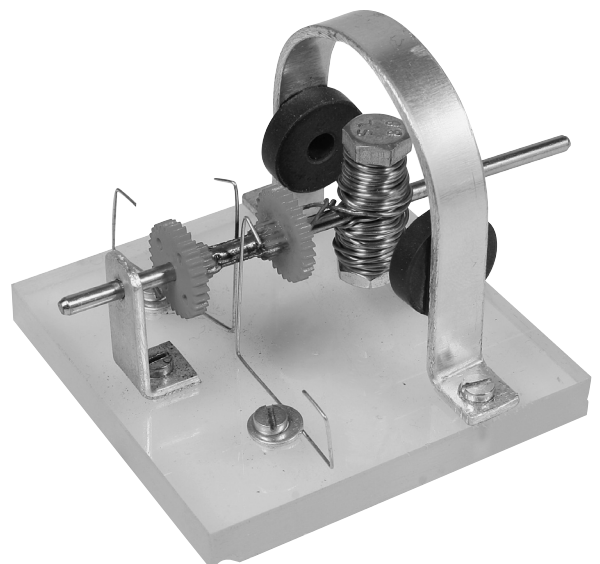
6.4.2 Lagerböcke mit den Befestigungsstegen nach innen (vorne und hinten) auf die Welle schieben und mit zwei Schrauben (11) so befestigen, dass die Welle leicht dreht.

Den Bügel ebenso mit zwei Schrauben (11) an seiner Position befestigen. Überprüfen ob der Rotor frei drehen kann, ggf. Position nachkorrigieren.

Schleifkontaktbügel nach Abbildung mit den Unterlegscheiben (12) und Schrauben (11) so befestigen, dass die Bügel nur leichten Kontakt mit dem Kupferdraht haben.

6.4.3 Gleichspannung von 4,5 V an die Schleifkontakte anlegen und den Rotor kurz andrehen. Motor dreht = fertig!

**Hinweis:** Schleifkontakte und Lager unbedingt ölen!





## 6.5 Funktionsprinzip eines Elektromotors

Wie funktioniert eigentlich ein Elektromotor?  
Bitte betrachte dazu die Zeichnung unten

### **Merke:**

Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige Pole ziehen sich an!

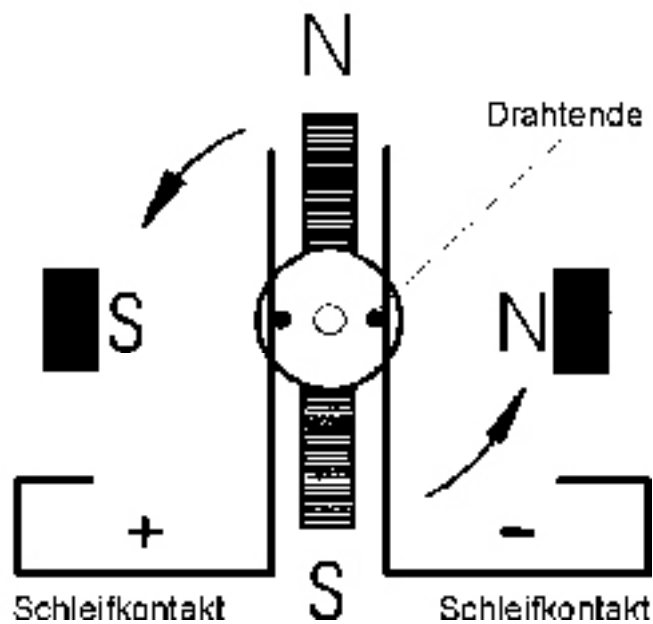
Während die beiden Dauermagnete immer magnetisch sind, kann man bei einem Elektromagneten die magnetische Kraft abschalten. Vertauscht man den Pluspol und den Minuspol, ändert er sogar seine Pole. Aus einem Nordpol wird ein Südpol und aus dem Südpol ein Nordpol.

Ein Eisenkern verstärkt die magnetische Kraft einer Spule.

Fließt also Strom durch die Spule, wird der Eisenkern magnetisch. Seine Pole werden von den Polen der Dauermagneten angezogen. Da sich der Kollektor mitdreht, kommt jedes Drahtende der Spule mit dem anderen Schleifkontakt in Berührung. Weil die Spule jetzt in umgekehrter Richtung vom Strom durchflossen wird, wechseln auch die Pole der Spule. Der Eisenkern wird nun von den Dauermagneten abgestoßen. Das Anziehen und Abstoßen des Eisenkerns führt zu einer dauerhaften Drehbewegung.

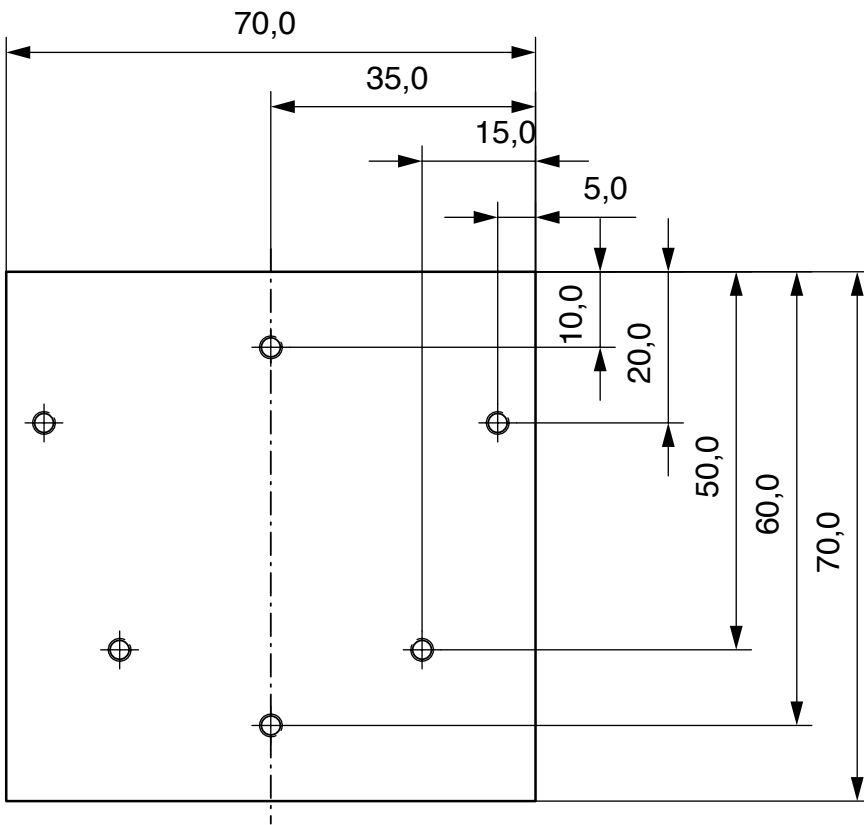
Positionieren des Kollektors

Schematische Darstellung des Kreuzes zwischen der Spule und der gedachten Linie zwischen den Drahtenden/1mm Bohrungen.

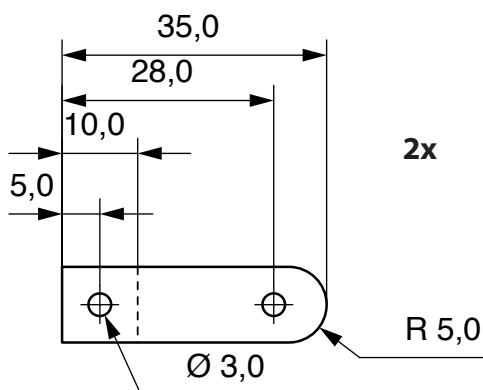
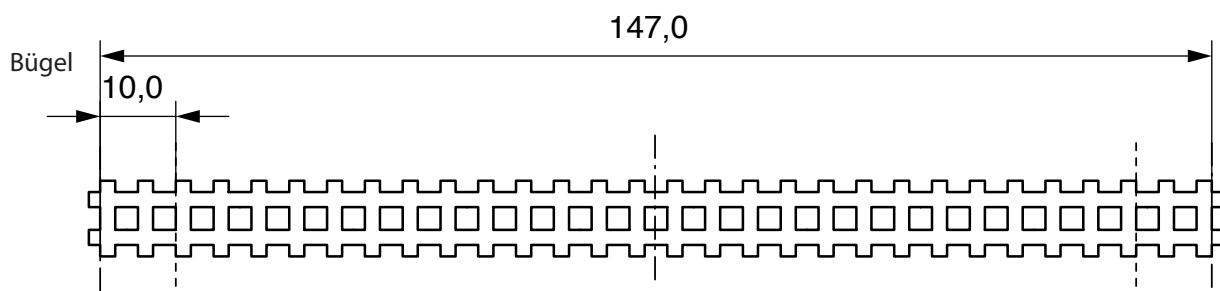
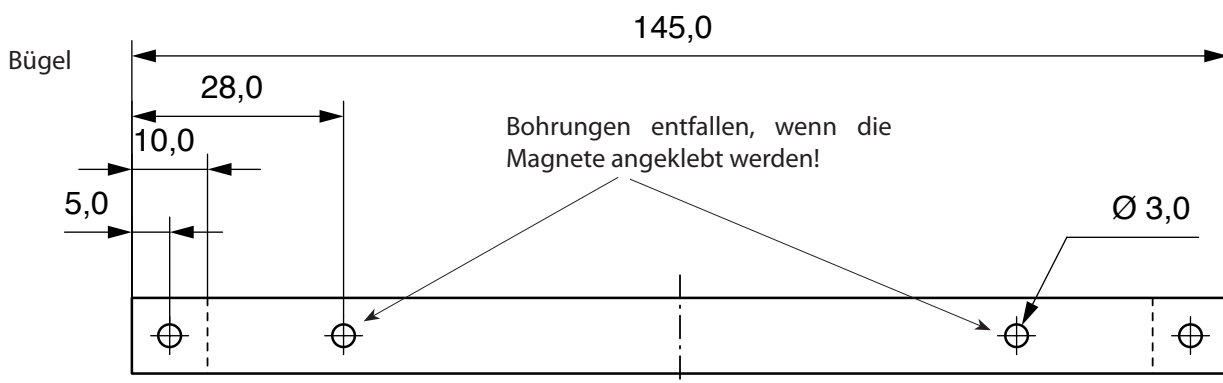


# Schablonen

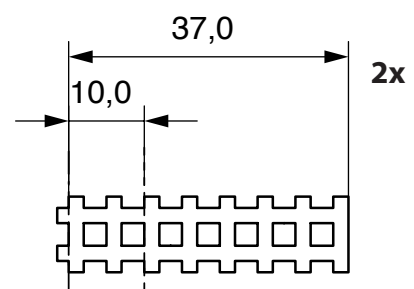
M 1:1



Grundplatte

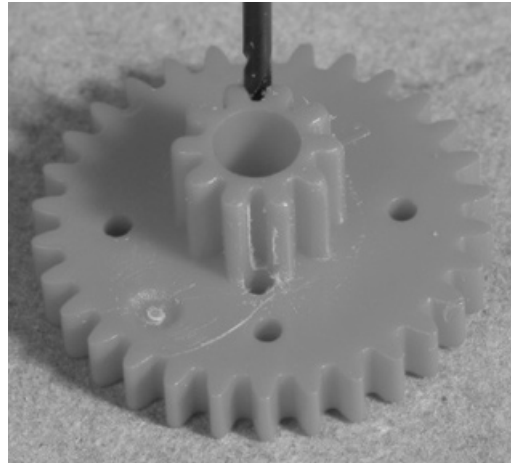
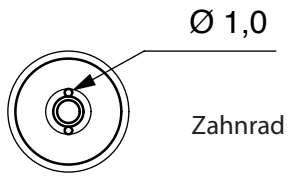


Lagerböcke





# Schablonen



Kommutator

