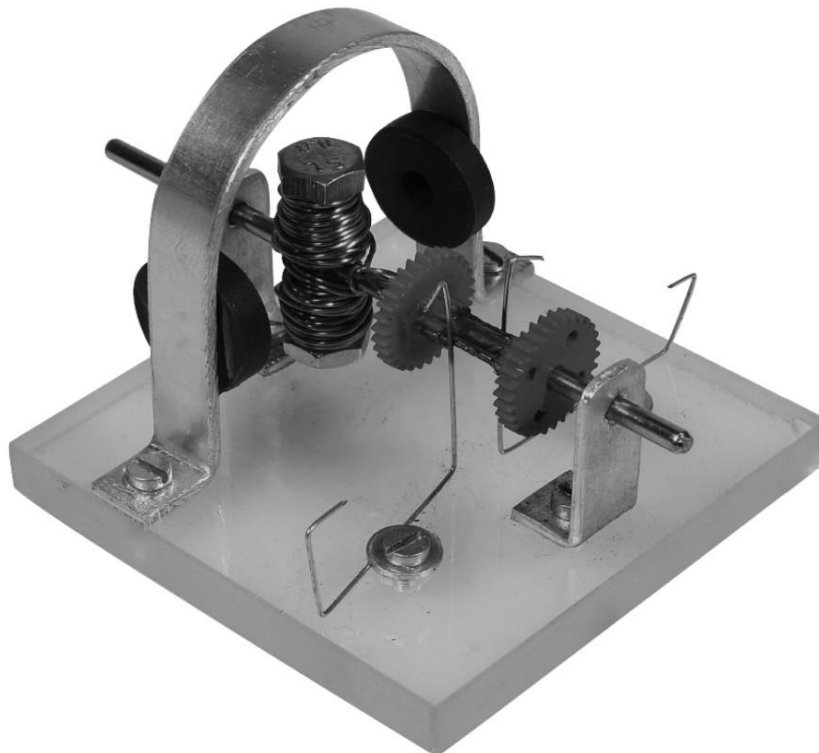


Realschule im Feytal – Heinrich Heidenthal Straße 5 - 53894 Mechernich
Peter Schick, Fachlehrer für Informatik, Technik und Physik

Elektromotor



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 <u>Beachte!</u> Schnittgefahr an den Kanten! Schnitte gut entgraten!
feilen:	je nach Bearbeitungsgrad die Feilenauswahl treffen; bei Ausschnitten Schlüsselfeilen verwenden <u>Beachte!</u> Feile nur auf Schubbewegung belasten.
sägen:	Metallbügelsäge zum Abschneiden von Aluminiumblech <u>Beachte!</u> Werkstück einspannen
bohren:	Ständerbohrmaschine verwenden; <u>Beachte!</u> Geltende Sicherheitsvorschriften beachten (lange Haare, Schmuck aller Art, Kleidung, Schutzbrille, Spannvor- richtung)! Teile im Maschinenschraubstock einspannen! Richtige Drehzahlen (Schnittgeschwindigkeit) einstellen!
kleben:	wir empfehlen Turbo-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	Grundplatte	Acrylglas, gegossen	8 x 70 x 70
				
2	1 2	Bügel/Lagerböcke	Aluminiumstreifen Lochblechstreifen	2 x 10 x 250 0,5 oder 0,8 x 10 x 150
				
3	1	Welle	Metallachse	Ø 3 x 95
				
4	1	Eisenkern	Schraube, gebohrt mit Mutter	M6 x 25
				
5	1	Ankerwicklung	Kupferlackdraht	Ø 0,6 x 2400
				
6	2	Kommutator	Doppelzahnrad	30/10 Zähne
				
7	1	Schleifkontaktbügel	Federstahldraht	Ø 0,5 x 500
				
8	2	Dauermagnet	Ringmagnet	Ø 18/5 x 5
				
9	2	Montagematerial	Senkkopfschraube	M3 x 16
				
10	2	Montagematerial	Muttern	M3
				
11	6	Montagematerial	Zylinderkopfschraube	M3 x 6
				
12	2	Montagematerial	Unterlegscheibe	M4
				
13	1	Biegehilfe	Buchenholzrad	Ø 40 x 10
				

Außerdem wird benötigt:

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

311.619 4g-Tube

311.620 10g Flasche

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!

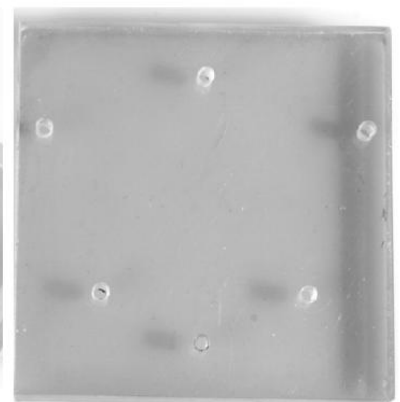
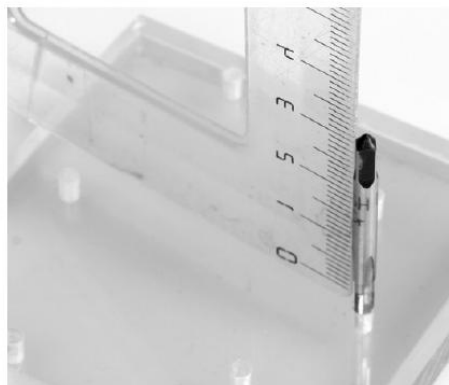


6.1.2 Löcher $\varnothing 2,5$ mm bohren (Kunststoff- oder Metallbohrer verwenden!).

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 Bügels und der Lager möglich. Die aufwendigen Bohrungen entfallen.

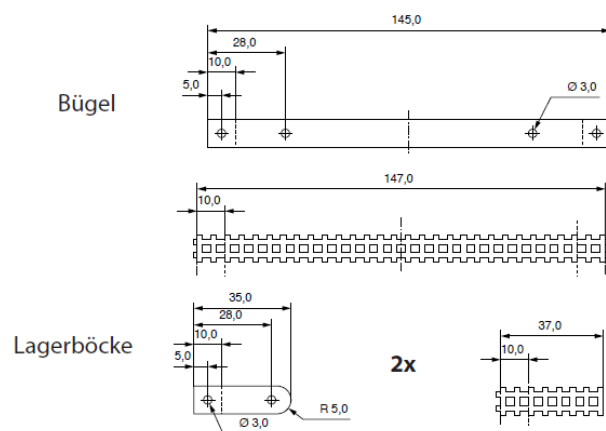
2. Möglichkeit:

Für die gehobene Anforderung werden aus dem Alustreifen der Bügel und die Lager hergestellt. Diese Arbeitsschritte sind aufwendiger 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!



- 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.

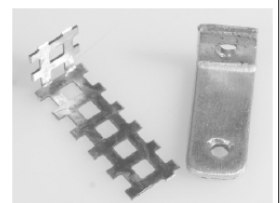
Hinweis: Schutzbacken verwenden! Maße genau einhalten!

- 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 Schraubzwinge am Holzrad fixieren. Nun den Bügel links und rechts gleichmäßig um das Rad biegen.

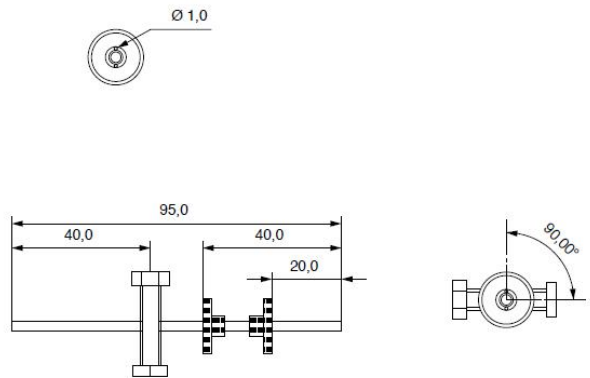
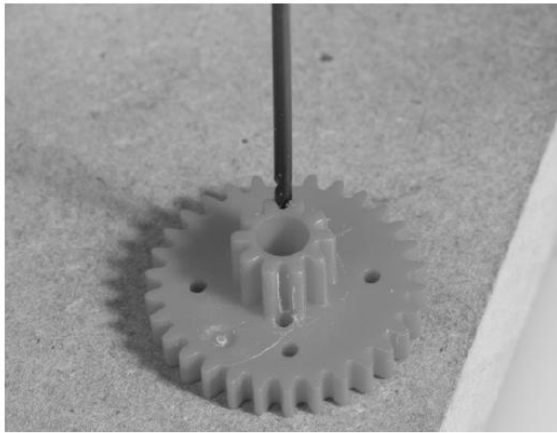


Hinweis: Maße genau einhalten!

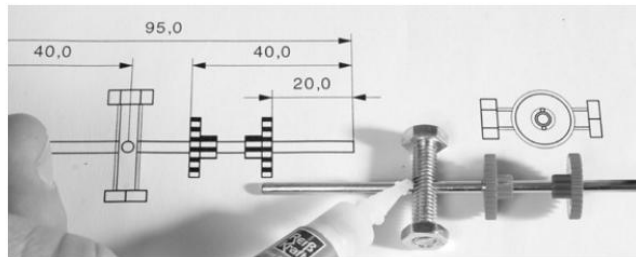


6.3 Herstellung Anker und Kommutator

6.3.1 Bei einem Zahnrad (6) nach Zeichnung (s. Seite 11) genau zwischen zwei Zähnen am kleinen Ritzel $\varnothing 1 \text{ mm}$ 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) $\varnothing 3 \times 95 \text{ mm}$ um 40 mm eingerückt mit einem Tropfen Turbo-Kleber befestigen. Die Mutter bündig zum Schraubengewindeende ebenso mit Turbokleber 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° 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 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.

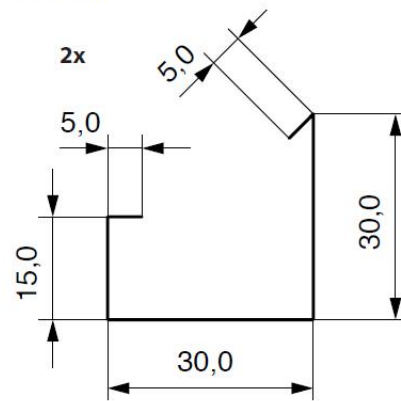
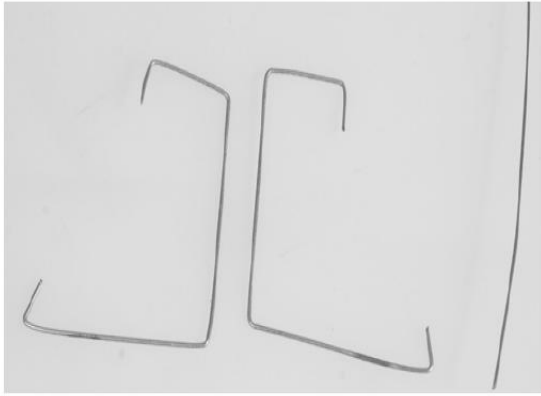
An den Drahtenden den Lack mit Schmirgelpapier entfernen. Drahtenden durch die kleinen Bohrungen im Zahnrad mit einer Rundzange ziehen. Länge bis zum 2. Zahnrad abmessen und Draht ablängen. Drähte sauber ausrichten (sollen in den Zähnen liegen, mit einer Kombizange hineindrücken). Drähte sollen parallel 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.



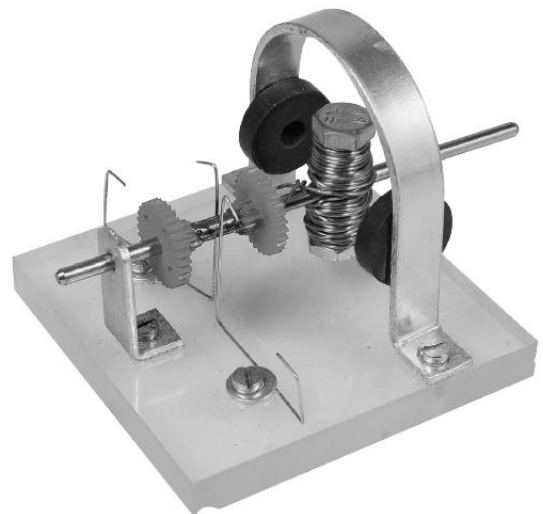
6.4.2 Lagerböcke mit den Befestigungstegen nach innen (vorne und hinten) auf die Welle schieben und mit zwei Schrauben (11) so befestigen, dass die Welle leicht dreht.

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!

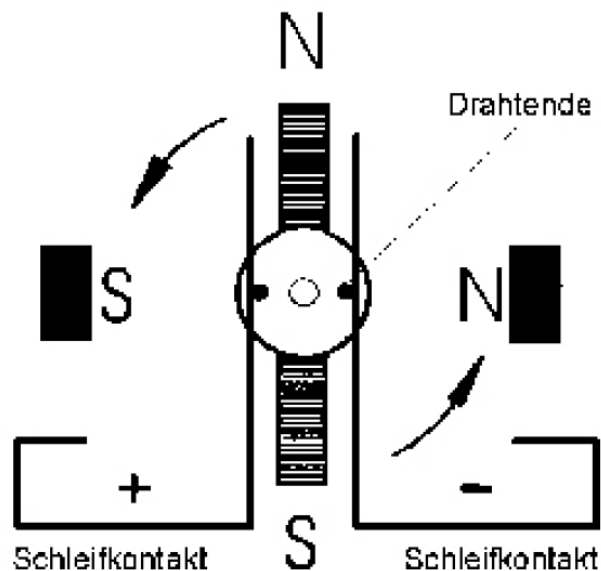
Während die beiden Dauermagnete immer magnetisch sind, kann man bei einem Elektromagneten die magnetische Kraft abschalten. Vertauscht man den Pluspol und den Minuspol, ändert er sogar seine Pole. Aus einem Nordpol wird ein Südpol und aus dem Südpol ein Nordpol.

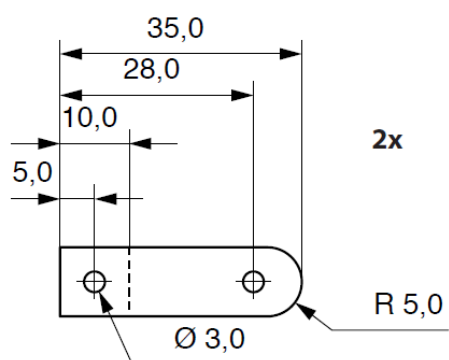
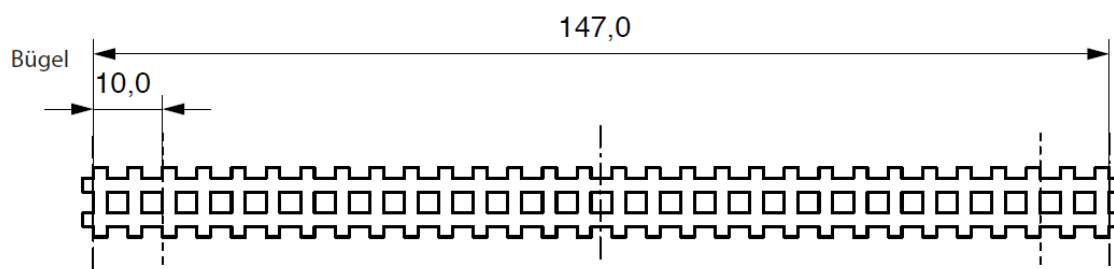
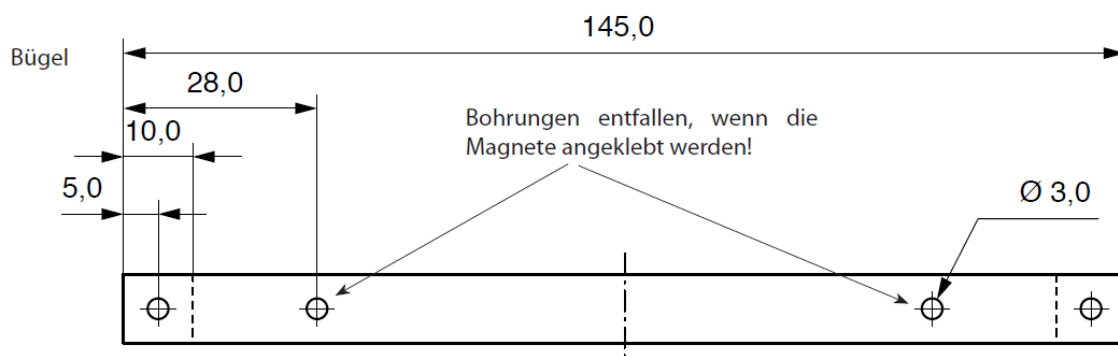
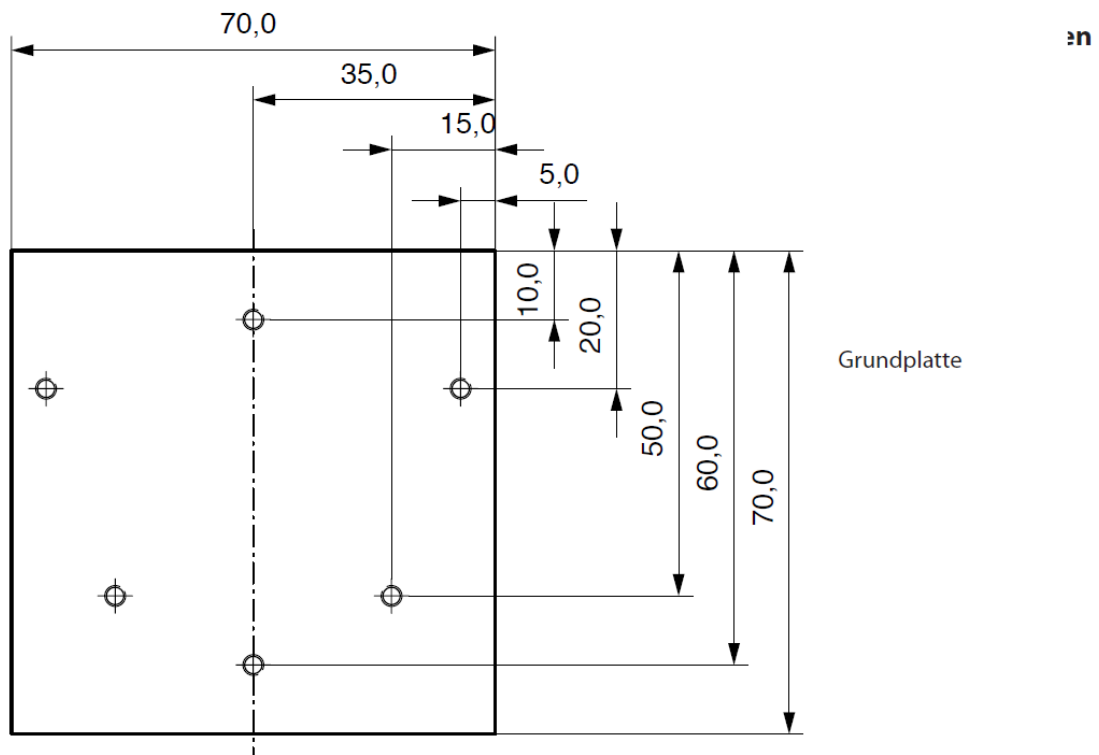
Ein Eisenkern verstärkt die magnetische Kraft einer Spule.

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.

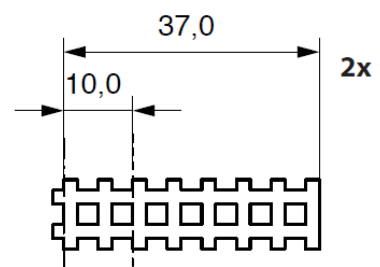
Positionieren des Kollektors

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

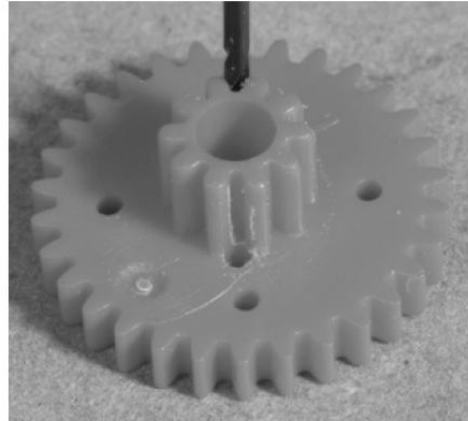
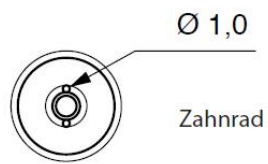




Lagerböcke



Schablonen



Kommutator

