

Deckblatt *

Jugend forscht Schüler experimentieren

Regionalwettbewerb Bundesland Nordrhein Westfalen
 Landeswettbewerb

Fachgebiet: Biologie Mathematik / Informatik
 Chemie Physik
 Geo- und Raumwissenschaften Technik
 Arbeitswelt

Thema: Der Anti-Lenz-Effekt

	1. Teilnehmer (Gruppensprecher bzw. Einzelteilnehmer)	2. Teilnehmer	3. Teilnehmer
Name	<u>Pauß</u>	<u>Homann</u>	<u>Stolpe</u>
Vorname	<u>Mirco</u>	<u>Sebastian</u>	<u>Jan</u>
Straße	<u>Wagnerstraße 28</u>	<u>Am Haselhof 101</u>	<u>Leibnitzstraße 13</u>
PLZ/Ort	<u>4406 / Drensteinfurt</u>	<u>4400 / Münster</u>	<u>4400 / Münster</u>
Telefon	<u>(02508) 1331</u>	<u>(02536) 6999</u>	<u>(02501) 4612</u>
Geb.-Datum	<u>21.6.1974</u>	<u>12.6.1974</u>	<u>21.7.1975</u>
Schule/Betrieb/ Dienststelle/	<u>FSM (Friedenschule)</u>		
Straße	<u>Echelmejerstraße 19</u>	<u>Echelmejerstraße 19</u>	<u>Echelmejerstraße 19</u>
PLZ/Ort	<u>4400 / Münster</u>	<u>4400 / Münster</u>	<u>4400 / Münster</u>
Telefon	<u>(0251) 77193</u>	<u>(0251) 77193</u>	<u>(0251) 77193</u>

Betreuungslehrer/-Ausbilder _____

Besondere Anforderungen für den Stand: *

Frühere Teilnahme an
 Jufo Jahr: 1990
 Schüex Fachgebiet: Physik Preis: 2. Platz

Ich/wir versichern, daß wir alle benutzten Quellen angegeben haben.

7.7.1993 Drensteinfurt Maß
Datum Ort Unterschrift

* Beim Ausfüllen unbedingt den Anweisungen auf der Rückseite folgen.

KURZFASSUNG

Jugend forscht

Schüler experimentieren

Bundesland

NRW

Patentfirma

Name/Anschrift/Telefon

Mirco Pruß, Wagnerstr. 28, 4406 Drensteinfurt 1, Tel.: 02508/1331

Einzel/Gruppensprecher

Mirco Pruß

2. Gruppenmitglied

Sebastian Homann

3. Gruppenmitglied

Jan Stolpe

Geburtsdatum

21.6.1974

Schule/Betrieb/Anschrift

Friedensschule Münster
Echelmeyerstr. 19

Fachgebiet und Thema

_____ Fachgebiet : Physik

_____ Der Anti-Lenz-Effekt

_____ Untersuchungen an Schrittmotoren

Unsere Arbeit beschäftigt sich mit dem bis jetzt relativ unbekanntem Anti-Lenz-Effekt. Für Experimente benutzten wir dazu einen Schrittmotor, der von einem Gleichstrommotor über eine gemeinsame Achse angetrieben wurde. Bei Kurzschließen der Generatorspulen stellten wir eine ungewöhnliche Beschleunigung des Motors verbunden mit einer Abnahme der Leistungsaufnahme des antreibenden Gleichstrommotors fest, die wir zuerst nicht erklären konnten. Im Laufe der nachfolgenden Experimente lernten wir die Ergebnisse zu begreifen und erstellten eine Theorie zu dessen Erklärung.

Der Anti-Lenz-Effekt

Gliederung

1. Einleitung

2. Hauptteil

2.1 Materialien und Methoden

2.2 Experimentelle Ergebnisse

2.3 Diskussion der Ergebnisse und theoretische Überlegungen

3. Schlußteil

3.1 Überlegungen zur Weiterarbeit

4. Literaturverzeichnis

1. Einleitung

Seit Anfang des Jahres 1992 steht unsere Gruppe über unseren Physiklehrer Werner Rückamp in Briefkontakt zu dem Physiker Prof. S. Marinov. Durch Ihn sind wir dazu gekommen, Untersuchungen an Schrittmotoren durchzuführen. Wir untersuchten hauptsächlich die Verringerung der elektrischen Leistungsaufnahme des antreibenden Motors bei Kurzschließen der Generatorspulen, wobei wir als Generator einen Schrittmotor benutzten. Auf den Aufbau des Experimentes werde ich später eingehen. Vorergebnisse erhielten wir von Marinov, der selbst an diesem Thema arbeitete. Die Meßergebnisse Marinovs erstaunten uns, da sie genau das Gegenteil von dem zeigten, was wir bis dahin von herkömmlichen Elektromotoren wußten, und was man allgemein als "Lenz-Effekt" kennt. Marinov deutete seine Ergebnisse, und bezeichnete den Effekt, den er beobachtet hatte als "Anti-Lenz-Effekt". Ein für uns bis dahin völlig unbekannter Name. Das regte unser Interesse an, und nach einer gewissen Vorarbeit, wie zum Beispiel das Besorgen der ersten Schrittmotoren, begannen wir mit unseren Experimenten, die zeigten, daß Marinov recht hatte. Nach unseren Informationen war Marinov der Einzige, der sich bis dahin mit diesem Effekt beschäftigt hatte. Von daher hatten wir kaum Vorwissen über Effekte dieser Art, und forschten "mal einfach so drauf los". Das Interessante an diesem Thema war, daß es keinem vorher aufgefallen war, und daß selbst in Physikbüchern es keine Kapitel über den Anti-Lenz-Effekt gab, weil ihn keiner kannte. Es war sozusagen physikalisches "Niemandland".

2. Hauptteil

2.1 Materialien und Methoden

Der Aufbau des Versuchs war eigentlich relativ einfach: Wir hatten zwei Motoren, der eine war ein 24V-Gleichstrommotor, den wir als Antrieb nutzten, und einen Schrittmotor, den wir als Generator benutzten. Wir benutzten verschiedene Schrittmotoren mit verschieden großen und starken Magneten. Wir haben den Permanentmagnet des Schrittmotors (Rotor) genauer untersucht, und herausgefunden, daß er aus 24 radial angeordneten Nord- und Südpolen besteht (12 S und 12 N). Der Rotor wurde über eine Achse mit der Achse des antreibenden Gleichstrommotors angeschlossen (siehe Abb. 1, Seite 9). Der Gleichstrommotor wurde über ein stufenlos regelbares stabilisiertes Netzgerät gespeist, und über ein Voltmeter und ein Amperemeter konnten wir die Leistungsaufnahme des Antriebsmotors berechnen. Wenn der Antriebsmotor sich drehte, setzte er den Rotor des Generators in Bewegung, der wiederum Spannung in der Spule induzierte. Diese zwei Spulen liegen übereinander konzentrisch zum Rotor und sind vollständig von magnetisierbarem Material umgeben. Zum Rotor hin endet dieses Material in 24 Zacken die den 24 Polen gegenüberliegen.

Der Aufbau des Schrittmotors ist auf den Seiten 10 und 11 gezeichnet.

2.2 Experimentelle Ergebnisse

Die Werte, die abgelesen wurden, haben wir in Tabellen festgehalten. Jedoch spielten die Werte des Generators für die ersten Experimente keine Rolle, so daß wir nur festhielten, ob die Spulen geschlossen oder geöffnet waren.

Bei einem normalen Elektromotor bemerkt man, beim Drehen des Rotors bei geschlossenen Spulen, eine Bremsung. Die induzierten Ströme erzeugen ein Magnetfeld, welches der Bewegung des Rotors entgegen wirkt, was die Bremsung erklärt (das entspricht dem Lenz-Effekt). Bei unseren Experimenten zeigte sich jedoch, daß bei Kurzschluß der Spulen eines Schrittmotors eine Beschleunigung und Abnahme der Leistungsaufnahme beim Antriebsmotor bemerkt wurde. Bei unterschiedlichen Drehgeschwindigkeiten konnten wir unterschiedliche Werte für die Leistungsabnahme berechnen. Bei niedrigen Drehgeschwindigkeiten wird durch die induzierte Spannung eine Bremsung des Rotors hervorgerufen, die sich durch die Lenz'sche Regel begründen läßt. Ab einer bestimmten Drehzahl wird dieser Effekt in eine Beschleunigung umgewandelt (Anti-Lenz-Effekt). Diese Grenze liegt bei unseren Motoren bei ca. 400 U/min. Die größten Werte für Leistungsabnahme erhielten wir bei einem Schrittmotor der Firma Clifton. Bei ihm erhielten wir eine Leistungsabnahme von bis zu 47,21 Prozent (Marinov arbeitet

mittlerweile mit einem Motor, dessen Werte, was die Leistungsabnahme beim Antrieb betrifft, bei ca. 75 Prozent liegen)!

Zuerst haben wir zwei verschiedene Versuche unternommen. Da der Schrittmotor, den wir dazu benutzten, zwei übereinander liegende, unabhängig voneinander gewickelte Spulen besaß, konnten wir bei einem Versuch die Spulen kurzschließen, d.h. alle Spulenenden sind miteinander verbunden, und bei dem anderen Versuch schalteten wir die zwei Spulen zu einer "großen Spule" hintereinander (in Reihe). Die Werte zeigten, daß die Beschleunigung bei kurzgeschlossenen Spulen wesentlich größer war als bei der Hintereinanderschaltung beider Spulen:

Leistungsabnahme bei Kurzschluß der "großer Spule"

U_m	I_m	P_m	U'_m	I'_m	P'_m	$P'_m - P_m$	$\frac{P'_m - P_m}{P_m}$
10,06V	810mA	8,15W	10,57V	614mA	6,49W	-1,66W	-20,35%

Leistungsabnahme beim Verbinden aller Spulenenden

U_m	I_m	P_m	U'_m	I'_m	P'_m	$P'_m - P_m$	$\frac{P'_m - P_m}{P_m}$
10,06V	786mA	7,91W	11,23V	382mA	4,29W	-3,62W	-45,75%

U_m , I_m und P_m sind gemessene Größen bei geöffneten Spulen.
 U'_m , I'_m und P'_m sind gemessene Größen bei Kurzschluß.

Vollständige Tabellen siehe Seite 8.

Bei nachfolgenden Gedankengängen überlegen wir uns, daß ja bei kurzschließen der Spulen ein Strom floß, der nutzbar ist. In den nächsten Versuchen haben wir untersucht, was passiert, wenn wir den Strom des Schrittmotors nutzen. Dazu haben wir Widerstände, kleine Glühlampen und einen Motor in den Generatorstromkreis eingesetzt. Unsere nachfolgende Überlegung:

Wenn mit geöffneten Spulen bei zum Beispiel 15V Antriebsspannung der Antriebsmotor einen Leistungsverbrauch von 12,77W hat, wo jedoch der Generator unbelastet, das heißt ohne nachgeschalteten Verbraucher ausgestattet war, der folglich dann auch keine Energie "verbrauchen" könnte, jedoch wenn der Generator durch z.B. einen geschlossenen Motor (siehe Abb. 2, Seite 9) belastet war, es zum Stromfluß in den Spulen des Generators kam, die Leistungsaufnahme aber um 6,03W auf 6,74W, was nahezu nur die Hälfte des vorherigen Verbrauchs war, fragten wir uns, wie kann es sein, daß obwohl nun Energie vom an den Generator angeschlossenen Motor verbraucht wurde, die Leistungsaufnahme so dermaßen zurückging?

Bei einem nachfolgendem Experiment hatten wir wie im vorherigen Versuch an den Generator nach einem Verbraucher, einen Motor geschaltet, der jedoch im vorherigen Versuch unbelastet lief. Im nachfolgenden Versuch belasteten wir den Motor (siehe Abb. 3, Seite 9). Wir kamen zu folgenden, verblüffenden, Ergebnissen:

Versuch 1 (Abb. 1):

$$U_m = 10,85V; I_m = 806mA; P_m = 8,75W$$

VERSUCH 2 (Abb. 2):

$$U'_m = 11,70V; I'_m = 500mA; P'_m = 5,85W$$

Versuch 3 (Abb. 3):

$$U'_m = 11,85V; I'_m = 425mA; P'_m = 5,04W$$

Je stärker wir also den Generator belasten, also je mehr Energie wir aus dem System holten, sei es durch Wärmeentwicklung bei Kurzschluß oder durch Lastenheben eines angeschlossenen Motors, um so weniger Energie hat der antreibende Motor aufgenommen.

Da es sich bei der Generatorspannung um Wechselspannung handelt, muß man bei der Leistungsänderung den Faktor $\cos \varphi$ berücksichtigen. Um diesen Wert bestimmen zu können, bildeten wir gleichzeitig die Spannung- und Stromstärkekurve auf Oszillographen ab. Anhand der Verschiebung der beiden Kurven gegeneinander, berechneten wir eine Phasenverschiebung von ca. 53° in diesem einen Fall. Aber je höher wir die Antriebsspannung einstellten, um so größer wurde die Phasenverschiebung.

2.3 Diskussion der Ergebnisse und theoretische Überlegungen

Wenn bei einem Elektromotor sich der Rotor auf den Nordpol im Stator zubewegt, wird der Rotor gebremst, da sich der Teil des Rotors, der sich auf den Nordpol zubewegt ebenfalls durch die induktiven Ströme und die daraus resultierenden magnetischen Felder in einen Nordpol verwandelt. Hat der Rotor die Stelle erreicht, an der er dem Nordpol am nächsten ist, polt sich der Rotor um, er wird zum Südpol. Und da der Rotor sich nun vom Nordpol entfernt, er aber zum Südpol geworden ist, wird er vom Nordpol angezogen und gebremst. Diese Bremsung erfolgt ebenfalls bei einem langsam laufendem Schrittmotor (bis ca. 400 U/min). Dieser Effekt wird Lenz-Effekt genannt, und kann mit der Lenz'schen Regel begründet werden: Die Induktionsspannung ist so gepolt, daß sie durch einen von ihr erzeugten Strom der Ursache des Induktionsvorgangs entgegenwirken kann.

Bei einem Schrittmotor, der den Grenzwert von ca. 400 U/min überschritten hat, sieht dies ähnlich aus, nur daß die Umpolung kurz nach der nächsten Annäherung an den magnetischen Nordpol folgt. Dadurch, daß sich bei der nächsten Annäherung des Rotors dem Stator jeweils Nordpole gegenüber stehen, stoßen diese sich gegenseitig ab, was die Beschleunigung bei Schrittmotoren erklärt. Unabhängig von Marinov haben wir vielleicht die Erklärung dieses Phänomens geliefert. Nach unserer Theorie bewirkt die schnelle Abwechslung der dauermagnetischen Nord und Südpole (bis zu 100 Wechsel pro Umdrehung), daß die Ströme relativ schnell hin- und her wechseln müssen. Bei jeder Umpolung des Stromflusses muß ein neues Magnetfeld aufgebaut werden. Durch die Selbstinduktion wissen wir, daß eine Gegenspannung hervorgerufen wird, die als scheinbare Trägheit des Magnetfeldes erscheint. Das bedeutet, daß erst der Strom fließt und sich das Magnetfeld aufbaut, es aber

eine Zeitlang dauert, bis das Metall vollständig magnetisiert ist. Das spielt sich zwar nur im Bereich von Nano-Sekunden ab, aber die Anzahl der Wechsel vom Nord und Südpol im permanentmagnetischen Rotor des Schrittmotors, und die hohe Drehgeschwindigkeit bewirken, dass sich das Magnetfeld erst kurz nach der direkten Annäherung an den Magneten umpolt, welches die Beschleunigung bei Schrittmotoren erklärt. Dieselbe Theorie bezüglich des Anti-Lenz Effektes lieferte auch Marinov, der über dies behauptete, dass sich dieser Effekt auch bei jedem normalen Elektromotor zeigen müsste, man müsste ihn nur schnell genug drehen, und das Magnetfeld immer wieder abrupt ändern. Bis jetzt hat jedoch weder Marinov, noch haben wir den Anti-Lenz-Effekt bei normalen Elektromotoren zeigen können.

3. Schlußteil

3.1 Überlegungen zur Weiterarbeit

In den nächsten Experimenten wollen wir versuchen, den Anti-Lenz-Effekt auch bei normalen Elektromotoren zu finden. Ferner könnte man versuchen, einen Schrittmotor zu konstruieren, der eine sehr geringe Reibung durch z.B. magnetische Aufhängung besitzt, und eine Spule besitzt, die eine sehr hohe Windungszahl mit sehr geringem Drahtdurchmesser besitzt, um die bisher gemessenen Werte zu optimieren.

Man könnte auch versuchen, andere Faktoren für das Zustandekommen des Anti-Lenz-Effektes zu finden, um die jeweiligen Veränderungen in den Versuchsaufbau mit einzubeziehen, damit sich ideale Ergebnisse zeigen.

4. Literaturverzeichnis

- S. Marinov, Deutsche Physik, Volume2, Number 5
(East-West, Graz, 1993)
- S. Marinov, The Thorny Way of Truth, Part III
(East-West, Graz, 1988),p. 84
- S. Marinov, Deutsche Physik, 1(1), 40 (1992)
- S. Marinov, The Thorny Way of Truth, Part IX
(East-West, Graz, 1991) p.8
- S. Marinov, Deutsche Physik, 1(2), 3 (1992)
- S. Marinov, Deutsche Physik, 1(3), 21 (1991)

Anhang

8

Messprotokoll 1 Freitag 20.11.1992
 Motortyp: AS-637 Clifton U.S.A

Um	Im	Pm	U'm	I'm	P'm	P'm-Pm	(P'm-Pm)/Pm
5,00	0,641	3,21	5,61	0,370	2,08	-1,13	-35,24%
6,03	0,679	4,09	6,80	0,372	2,53	-1,56	-38,22%
6,98	0,708	4,91	7,85	0,376	2,95	-1,99	-40,27%
8,06	0,736	5,93	9,06	0,372	3,37	-2,56	-43,19%
9,02	0,762	6,87	10,18	0,376	3,83	-3,05	-44,31%
10,06	0,783	7,91	11,23	0,382	4,29	-3,62	-45,75%
11,00	0,800	8,80	12,31	0,385	4,74	-4,06	-46,14%
12,04	0,815	9,81	13,33	0,390	5,20	-4,61	-47,02%
13,01	0,827	10,76	14,39	0,396	5,70	-5,06	-47,04%
13,98	0,840	11,74	15,49	0,404	6,26	-5,49	-46,71%
15,02	0,805	12,77	16,60	0,406	6,74	-6,03	-47,21%
16,03	0,858	13,75	17,62	0,416	7,33	-6,42	-46,71%
17,05	0,866	17,77	18,77	0,425	7,98	-6,79	-45,97%
18,06	0,883	15,95	19,85	0,437	8,67	-7,27	-45,60%
19,04	0,891	16,96	20,80	0,436	9,07	-7,90	-46,54%
20,9	0,901	17,93	21,9	0,440	9,64	-8,29	-46,26%
21,0	0,920	19,32	23,0	0,445	10,24	-9,09	-47,02%

Messprotokoll 2 Freitag 20.11.1992
 Motortyp: AS-637 Clifton U.S.A

5,06	0,686	3,47	5,33	0,548	2,92	-0,55	-15,85%
6,05	0,719	4,35	6,38	0,565	3,60	-0,75	-17,13%
7,10	0,752	5,34	7,46	0,580	4,33	-1,01	-18,96%
8,02	0,776	6,22	8,42	0,593	4,99	-1,23	-19,77%
9,08	0,798	7,25	9,54	0,605	5,77	-1,47	-20,34%
10,06	0,810	8,15	10,57	0,614	6,49	-1,66	-20,35%
11,03	0,827	9,12	11,60	0,617	7,16	-1,96	-21,54%
12,07	0,843	10,18	12,70	0,622	7,87	-2,30	-22,64%
13,05	0,856	11,17	13,58	0,624	8,47	-2,65	-24,14%
14,00	0,860	12,04	14,65	0,634	9,29	-2,75	-22,86%
15,02	0,871	13,08	15,76	0,660	10,40	-2,68	-20,49%
16,06	0,880	14,13	16,81	0,657	11,04	-3,09	-21,85%
17,99	0,888	15,09	17,79	0,654	11,63	-3,45	-22,88%
18,02	0,896	16,15	18,79	0,670	12,59	-3,56	-22,03%
19,06	0,909	17,33	19,88	0,679	13,50	-3,83	-22,09%
20,0	0,912	18,24	20,7	0,680	14,08	-4,16	-22,83%

Messprotokoll vom 9.6.1992 Motortyp: Astrosyn Type 23LM-C372

4,2	0,65	2,73	3,9	0,85	3,315	+0,583	+21,4% ←
6,3	0,7	4,41	6,1	0,82	5,002	+0,592	+13,4% ←
10,0	0,77	7,7	9,9	0,8	7,92	+0,22	+ 2,9% ←
15,0	0,84	12,6	15,0	0,82	12,3	-0,3	- 2,4%
19,9	0,89	17,71	20,0	0,84	16,8	-0,91	- 5,1%
24,5	0,94	23,03	25,0	0,86	24,5	-1,53	- 6,6%
29,9	1,0	29,9	30,0	0,90	27,0	-2,9	- 9,7%
35,0	1,02	35,7	36,0	0,93	33,48	-2,22	- 6,2%

Das Messprotokoll vom 9.6.1992 dient der Deutlichmachung, daß auch der normale Lenz-Effekt bei Schrittmotoren auftritt.

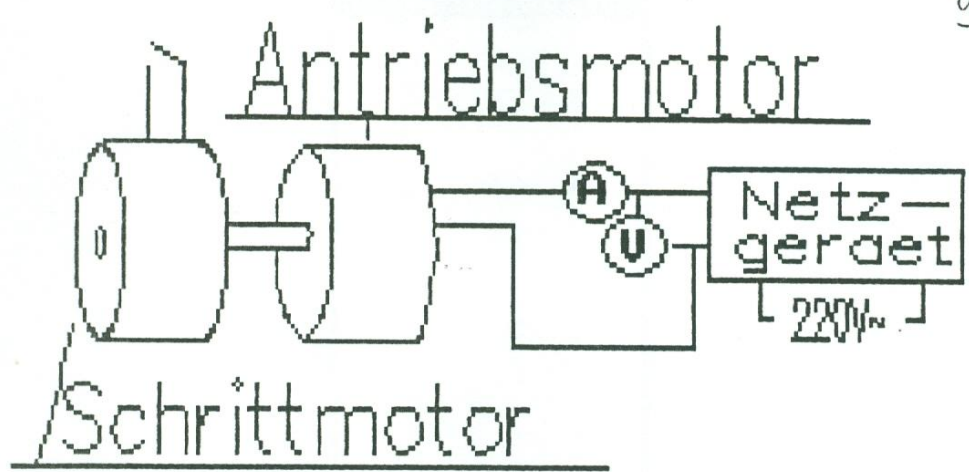


Abb.1

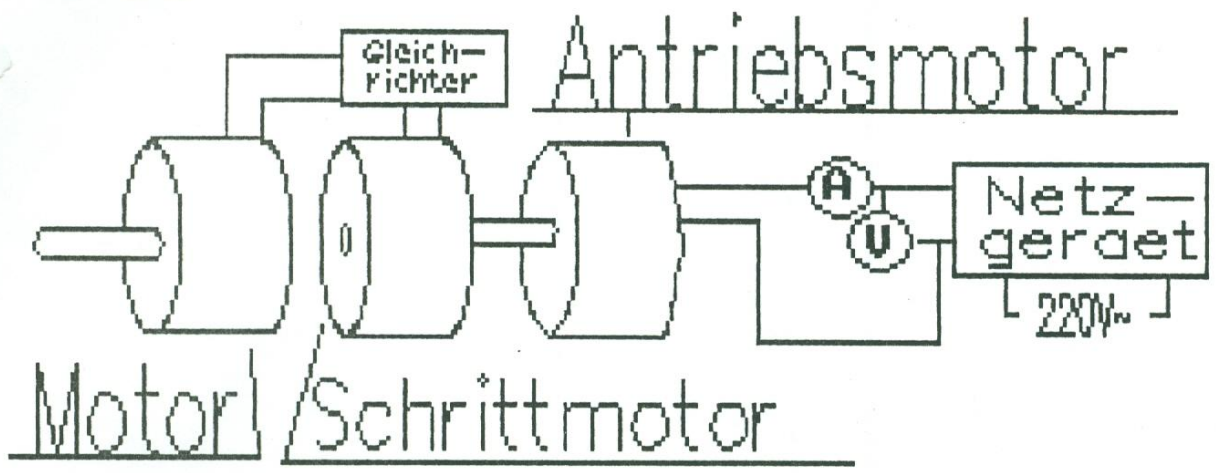


Abb.2

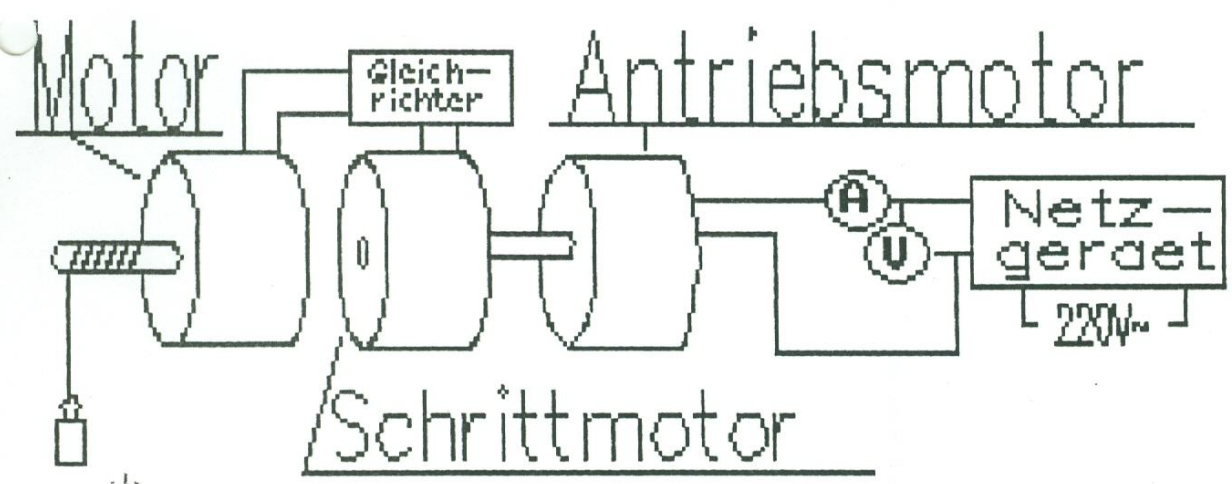
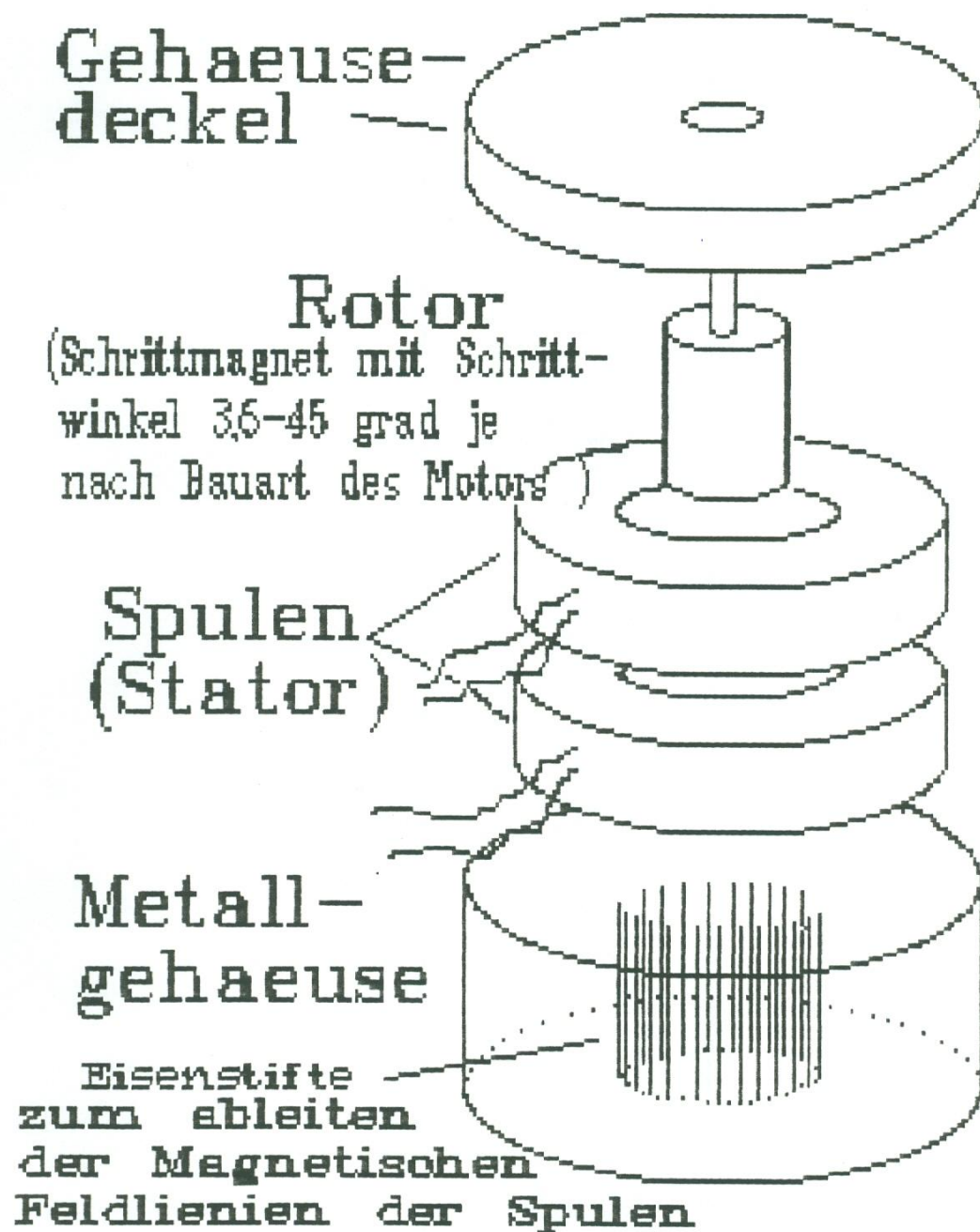
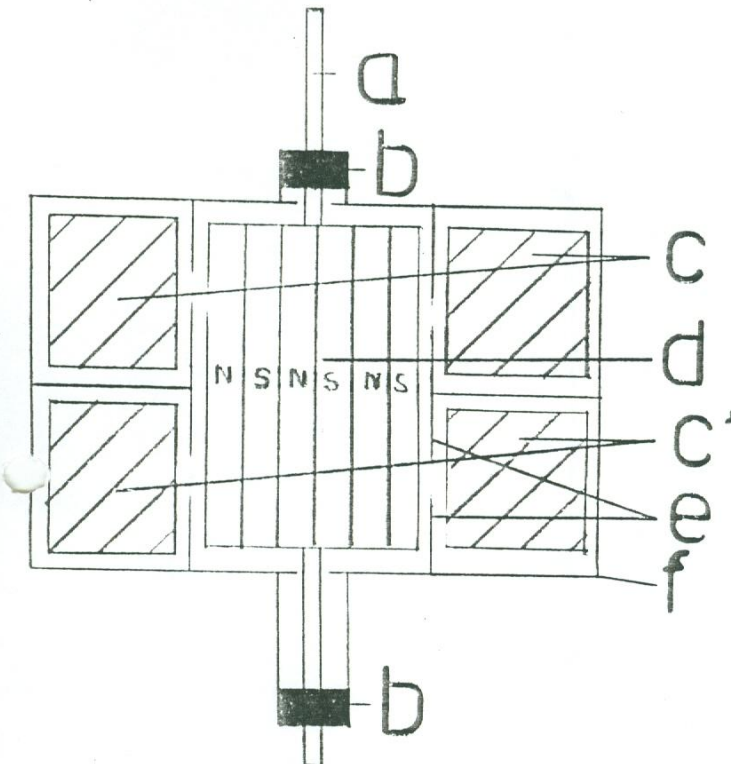


Abb.3

Aufbau eines Schrittmotors





- a = Achse
- b = Kugellager
- c = Spule 1
- c' = Spule 2
- d = Permanentmagnet / Rotor
- e = Magnetisierbare Spitzen
- f = Gehäuse

- a = Achse
- b = Kugellager
- c = Spule 1
- d = Permanentmagnet / Rotor
- e = Magnetisierbare Spitzen
- f = Gehäuse

