



Technische Einführung

Magnetbau Schramme GmbH & Co. KG

Zur Ziegelhütte 1 – 5
D- 88693 Deggenhausetal

Phone +49 (0) 7555/9286-0

Fax +49 (0) 7555/9286-30

www.magnetbau-schramme.de

info@magnetbau-schramme.de

1.Einführung

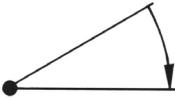
Durch vielseitige Anwendungsmöglichkeiten, einfachen Aufbau und hohe Lebensdauer sind Elektromagnete von Magnetbau-Schramme preisgünstige Lösungen für unterschiedlichste Problemstellungen.

Seit 1975 sind wir erfolgreich in der Entwicklung und Produktion von Elektromagneten. Das Schramme-Prinzip ist ganz einfach: Schildern Sie uns Ihren Anwendungsfall und Sie bekommen Ihren Schramme-Elektromagneten, der bewegt, hält, schaltet oder regelt.

Im Laufe der Zeit sind Proportionalmagnete, Hubmagnete, Haftmagnete und Kupplungen in unterschiedlichsten Bauformen und Sonderanwendungen entstanden. Eine herausragende Kompetenz besitzt Schramme im Bereich Proportionalmagnete für Hydraulik- und Pneumatikventile. In diesem Segment sind wir führend.

Seit Jahrzehnten sind wir zuverlässiger Partner der Automobilzulieferer sowie vieler Branchen der Industrie und der Medizintechnik.

Und selbstverständlich ist Schramme nach IATF 16949:2016 und DIN EN ISO 9001:2015 zertifiziert.

Hauptbauarten	Funktionsmerkmale	Funktionssymbole
Hubmagnet	Geradlinige (translatorische) Arbeitsbewegung mit einstellbarem Hub	
Drehmagnete mit einstellbarem Hub	Drehende (rotatorisch) Arbeitsbewegung	
Klappankermagnete	Drehende Arbeitsbewegung eines einseitig gelagerten Hebels mit einstellbarem Drehwinkel	
Haftmagnete	Anziehen und Festhalten ferromagnetischer Teile	
Sondermagnete	Nach Kundenbedarf	info@magnetbau-schramme.de

2. Inhaltverzeichnis

3. Arbeitsweise des Elektromagneten	4
4. Elektromagnete - Gleichstrommagnete	4
5. Elektromagnete - Wechselstrommagnete	4
6. Kraftdefinition beim Elektromagnet.....	5
6.1. Magnetkraft.....	5
6.2. Haltekraft	5
6.3. Klebekraft.....	5
6.4. Rückstellkraft.....	5
6.5. Magnetkraft-Hub-Kennlinie	5
7. Hub bzw. Drehwinkel beim Elektromagnet	6
7.1. Hubanfangslage (sa).....	6
7.2. Hubendlage (se).....	6
7.3. Hubarbeit A.....	6
8. Zeitbegriffe beim Elektromagnet	6
8.1. Stromlose Pause	6
8.2. Einschaltdauer	6
8.3. Spieldauer	6
8.4. Relative Einschaltdauer in %.....	7
8.5. Schaltzeitdiagramm	7
8.6. Spielfolge.....	7
8.7. Ansprechverzug t_{11}	8
8.8. Hubzeit t_{12}	8



8.9. Anzugszeit $t_1 = (t_{11} + t_{12})$	8
8.10. Abfallverzug (Klebezeit) t_{21}	8
8.11. Rücklaufzeit t_{22}	8
8.12. Abfallzeit $t_2 = (t_{21} + t_{22})$	8
9. Temperaturbegriffe und Isolierstoffklassen für Elektromagnete...	8
9.1. Umgebungstemperatur	8
9.2. Bezugstemperatur.....	8
9.3. Übertemperatur	8
9.4. Grenztemperatur	9
9.5. Grenzübertemperatur	9
9.6. Isolierstoffklassen.....	9
10. Elektrische Begriffe, relevant für Elektromagnete	9
10.1 Nennspannung	9
10.2. Nennstrom.....	9
10.3. Die Nennleistung	9
10.4. Prüfspannung	10
11. Schutzklassen für dem Elektromagnet	10
12. Schaltbeispiele beim Elektromagnet	11
13. Bedämpfung des Elektromagneten	12
14. Sparschaltung beim Elektromagnet.....	12
15. Schnellerregung eines Elektromagneten	12
16. Einbaurichtlinien für Elektromagnete.....	13
17. Bestellen Kontakt für Elektromagnete von Schramme	13

3. Arbeitsweise des Elektromagneten

Die Arbeitsweise von Elektromagneten basiert auf der Umwandlung von elektrischer Energie in mechanische Arbeit.

Anhand der stark vereinfachten Prinzipskizze eines Hubmagneten sind wesentliche Elemente dargestellt.

4. Elektromagnete - Gleichstrommagnete

Die Leistungsaufnahme eines Gleichstrommagneten ist im Gegensatz zum Wechselstrommagneten von der Ankerstellung unabhängig.

Eine „weichere“ Arbeitsweise zeichnet den Gleichstrommagneten aus.

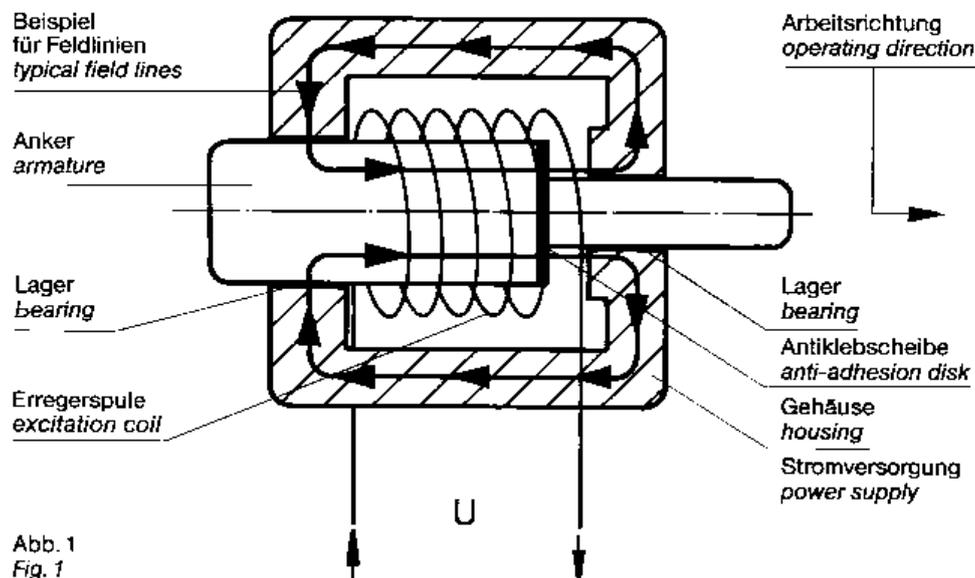
Die höheren Schaltzeiten sind durch Beschaltungsmaßnahmen beeinflussbar. Es besteht die Möglichkeit zur Abstimmung der Hubkraft-Kennlinie. Hohe Schaltfrequenzen führen nicht zur thermischen Gefährdung des Gleichstrommagneten. Die maximale Schalthäufigkeit wird nur durch die Anzugs- und Abfallzeit begrenzt.

5. Elektromagnete - Wechselstrommagnete

Ein Wechselstrommagnet hat im Gegensatz zum Gleichstrommagneten hohe Schaltgeschwindigkeiten und niedrige Schaltzeiten. Dadurch entsteht ein „hartes Arbeiten“, das die Lebensdauer beeinflusst. Seine Leistungsaufnahme ist abhängig von der Ankerstellung. Hohe Schaltfrequenzen führen zur thermischen Gefährdung des Wechselstrommagneten.

Deshalb begrenzt die maximal zulässige Temperatur die Schalthäufigkeit.

Man unterscheidet drei charakteristische Kennlinien in Richtung zur Hubendlage.



6. Kraftdefinition beim Elektromagnet

Der richtig ausgewählte Elektromagnet für eine bestimmte Anwendung ist meist der kleinste, der eine ausreichende Magnetkraft besitzt.

6.1. Magnetkraft

Die Magnetkraft „FM“ in Newton ist der ausnutzbare, also um die Reibung verminderte Teil der im Magneten in Hubrichtung erzeugten mechanischen Kraft. Sie wird bei 90% Nennspannung U_n im betriebswarmen Zustand gemessen.

6.2. Haltekraft

Die Haltekraft bei Elektromagneten ist die Kraft, welche in der Hubendlage wirkt.

6.3. Klebekraft

Die Klebekraft, erzeugt durch Restmagnetismus (Remanenz), ist die nach der Unterbrechung der Stromzufuhr verbleibende Haltekraft. Sie kann konstruktiv beeinflusst werden.

6.4. Rückstellkraft

Die Rückstellkraft ist die nach der Unterbrechung der Stromzufuhr zur Rückführung des Ankers von der Hubendlage in die Hubanfangslage erforderliche Kraft.

6.5. Magnetkraft-Hub-Kennlinie

Man unterscheidet drei charakteristische Kennlinien in Richtung zur Hubendlage.

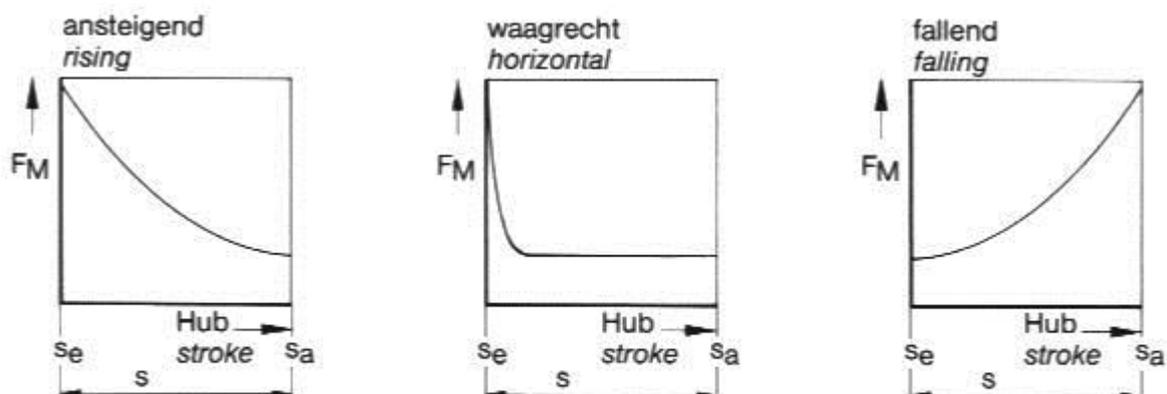


Abb. 2
Fig. 2

FM = Kraft / force
 S = Gesamthub / total stroke
 Sa = Hubanfangslage / initial armature position
 Se = Hubendlage / final (energized) position



7. Hub bzw. Drehwinkel beim Elektromagnet

Als Magnethub (Drehwinkel) gilt der nutzbare Weg (Drehwinkel) des Magnetankers von der Hubanfangslage in die Hubendlage. Er kann in den meisten Fällen nach Kundenbedarf abweichend von unseren Prospektangaben ausgeführt werden. Die Hubkraft sinkt mit einer Verlängerung des Hubs. Bei Verkürzung steigt sie entsprechend.

7.1. Hubanfangslage (sa)

Die Hubanfangslage ist die Ausgangslage des Ankers vor Beginn der Arbeitsbewegung bzw. nach Beendigung der Rückstellung.

7.2. Hubendlage (se)

Als Hubendlage gilt die konstruktiv festgelegte Stellung des Ankers nach Beendigung der Arbeitsbewegung.

7.3. Hubarbeit A

Die Hubarbeit in Newton stellt das Integral der Magnetkraft F_M über den Magnethub s dar. Beim Drehmagnet ergibt sich die Hubarbeit als Integral des Drehmomentes M über den Drehwinkel.

Ein Magnet ist richtig dimensioniert, wenn die Magnetkraft F_M jederzeit die Gegenkraft F_1 übertrifft und nur geringfügiger Kraftüberschuss hohe Lebenserwartung sichert.

Ein Magnet ist zu klein dimensioniert, wenn die Magnetkraft F_M bereichsweise die Gegenkraft F_1 unterschreitet.

8. Zeitbegriffe beim Elektromagnet

Der Einsatz von Elektromagneten bedingt einen bestimmten zeitlichen Ablauf der nachfolgenden Begriffe.

8.1. Stromlose Pause

Die stromlose Pause (in sec.) ist die Zeit, die zwischen dem Ausschalten und dem Wiedereinschalten des Erregerstromes liegt.

8.2. Einschaltdauer

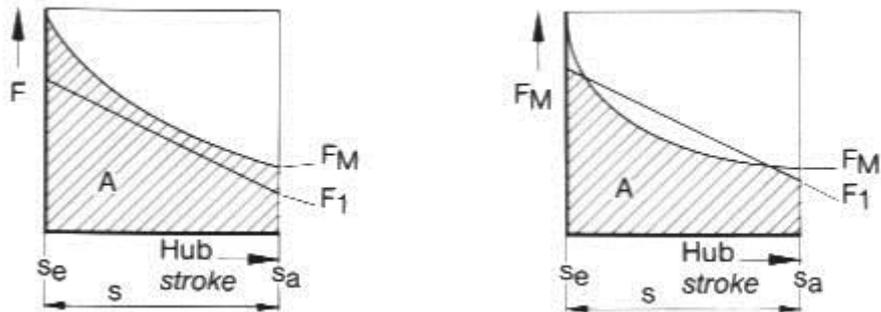
Die Einschaltdauer (in sec.) ist die Zeit, welche zwischen dem Einschalten und dem Ausschalten des Erregerstromes liegt.

8.3. Spieldauer

Die Spieldauer (in sec.) ist die Summe aus Einschaltdauer und stromloser Pause.

8.4. Relative Einschaltdauer in %

Die relative Einschaltdauer ist das Verhältnis von Einschaltdauer zu Spieldauer.
 Vorzugswerte für die relative Einschaltdauer sind nach VDE: 5, 15, 25, 40 und 100% ED



FM = Kraft / force
 S = Gesamthub / total stroke
 Sa = Hubanfangslage / initial armature position
 Se = Hubendlage / final (energized) position

8.5. Schaltzeitdiagramm

Das abgebildete Schaltzeitdiagramm zeigt den charakteristischen Verlauf der Stromanstiegs-, Spannungsabschalt- und Hubverlaufskurve in Abhängigkeit von der Zeit bei gleichstromseitigem Schalten.

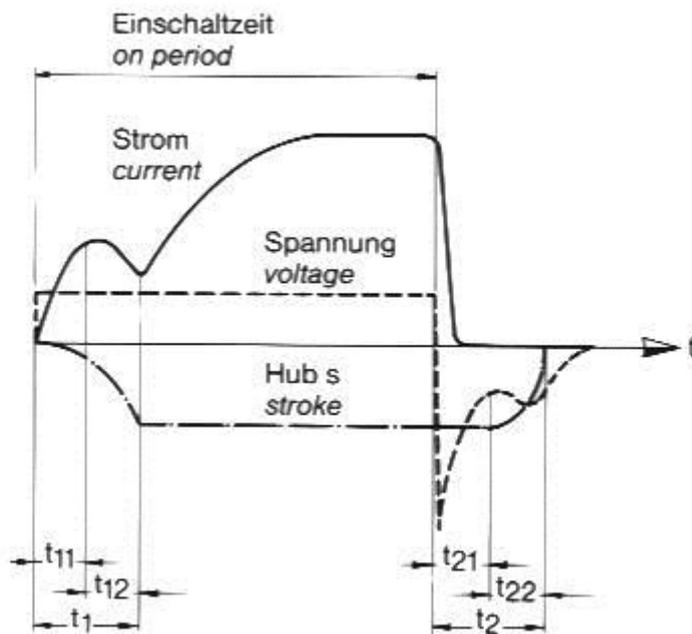


Abb. 5
 Fig. 5

8.6. Spielfolge

Die Spielfolge (in sec.) ist eine einmalige oder periodisch wiederkehrende Aneinanderreihung von Spieldauerwerten verschiedenster Größen.



8.7. Ansprechverzug t_{11}

Der Ansprechverzug (in sec.) ist die Zeit vom Einschalten des Erregerstroms bis zum Beginn der Ankerbewegung.

8.8. Hubzeit t_{12}

Die Hubzeit (in sec.) ist die Zeit vom Beginn der Ankerbewegung aus der Hubanfangslage bis zum Erreichen der Hubendlage.

8.9. Anzugszeit $t_1 = (t_{11} + t_{12})$

Die Anzugszeit (in sec.) ist die Summe aus Ansprechverzug t_{11} und Hubzeit t_{12} . Durch besondere Beschaltungsmaßnahmen kann die Anzugszeit verkürzt werden. Hierzu gehört die Schnellerregung.

8.10. Abfallverzug (Klebezeit) t_{21}

Der Abfallverzug (in sec.) ist die Zeit vom Ausschalten des Erregerstromes bis zum Beginn der Rücklaufbewegung des Ankers.

8.11. Rücklaufzeit t_{22}

Die Rücklaufzeit (in sec.) ist die Zeit vom Beginn der Rücklaufbewegung des Ankers bis zum Erreichen der Hubanfangslage.

8.12. Abfallzeit $t_2 = (t_{21} + t_{22})$

Die Abfallzeit (in sec.) ist die Summe aus Abfallverzug t_{21} und Rücklaufzeit t_{22} .

9. Temperaturbegriffe und Isolierstoffklassen für Elektromagnete

9.1. Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur in °C ist die Temperatur, die den Magneten im Einsatz dauernd umgibt. Sie soll +40 °C nicht überschreiten und -50 °C nicht unterschreiten. Bei abweichenden Werten bitte Rücksprache.

9.2. Bezugstemperatur

Die Bezugstemperatur (in °C) ist die Beharrungstemperatur im stromlosen Zustand bei bestimmungsgemäßer Anwendung. Sie kann einen anderen Wert haben als die Umgebungstemperatur, z.B. beim Anbau eines Hubmagneten an einen von betriebswarmen Öl durchflossenen Hydraulikschieber.

9.3. Übertemperatur

Die Übertemperatur (in grd) ist der Unterschied zwischen der Temperatur des Magneten oder eines Teils davon und der Temperatur des im gleichen Zeitpunkt wirkenden, als zugehörig festgelegten Kühlmittels.

9.4. Grenztemperatur

Die obere Grenztemperatur (in °C) ist die höchste für ein Gerät oder ein Teil davon zulässige Temperatur.

Die untere Grenztemperatur (in °C) ist die niedrigste für ein Gerät oder ein Teil davon zulässige Temperatur.

9.5. Grenzübertemperatur

Die Grenzübertemperatur (in grad) ist der zulässige Höchstwert der Übertemperatur.

9.6. Isolierstoffklassen

Die Isolierstoffe werden bezüglich ihrer Dauerwärmebeständigkeit in Isolierstoffklassen, wie nachfolgend dargestellt, unterteilt.

Isolierstoffklassen	Grenztemperatur in °C	Grenztemperatur grad
Y	90	50
A	105	65
E	120	80
B	130	90
F	155	115
H	180	140
C	> 180	> 140

10. Elektrische Begriffe, relevant für Elektromagnete

Für die funktionssichere Verwendung von Elektromagneten ist die richtige elektrische Versorgung sicherzustellen.

10.1 Nennspannung

Die Nennspannung (in V) ist die Spannung, mit der der Magnet im Normalfall betrieben wird. Die zulässige Spannungstoleranz ist: plus 5% bis minus 10% der Nennspannung.

10.2. Nennstrom

Die in den Datenblättern angegebenen Nennströme (in A) beziehen sich immer auf die Nennspannung, bei einer Wicklungstemperatur von 20 °C.

10.3. Die Nennleistung

Die Nennleistung (in W) ergibt sich aus den in den Datenblättern angegebenen Nennspannungen und Nennströmen bei einer Wicklungstemperatur von 20 °C.



10.4. Prüfspannung

Mit der Prüfspannung (in V) werden alle Magnete vor Verlassen des Werkes auf Festigkeit und Isolation geprüft. Sie liegt wesentlich über der jeweiligen Nennspannung. Die Prüfspannung wird zwischen Erregerwicklung und den berührbaren Metallteilen des Geräts angelegt.

Aus der nachfolgenden Tabelle lässt sich die erforderliche Prüfspannung in Abhängigkeit von der Nennspannung entnehmen. Spannungsprüfungen dürfen laut VDE nur mit 80% der Prüfspannung wiederholt werden.

Aus der nachfolgenden Tabelle lässt sich die erforderliche Prüfspannung in Abhängigkeit von der Nennspannung entnehmen. Spannungsprüfungen dürfen laut VDE nur mit 80% der Prüfspannung wiederholt werden.1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reihenspannung	Gleichspannung V	30	60	100	250	440	600	800	1200	1500
	Wechselspannung V	30	60	125	250	380	500	-	1000	-
Prüfspannung UP	V	600	1000	1500	2000	2500	2500	3000	3500	5000

11. Schutzklassen für dem Elektromagnet

Bei einem elektromagnetischen Gerät der Schutzklasse I haben spannungsführende Teile nur Betriebsisolierung und einen Schutzleiteranschluss.

Ein elektromagnetisches Gerät der Schutzklasse II ist ein Gerät mit Betriebs- und Schutzisolierung, das keine Vorrichtungen für den Anschluss eines Schutzleiters hat.

Ein elektromagnetisches Gerät der Schutzklasse III ist ein Gerät für den Anschluss an Schutzkleinspannung (42 V), das keine Stromkreise hat, die für den Betrieb mit höherer Spannung bestimmt sind.

Schutzarten

Die angegebenen Schutzarten sind nach DIN 40050 genormt. Sie beziehen sich auf Schutz gegen Berührungen, gegen Fremdkörper und gegen Feuchtigkeit.

Siehe nachfolgende Tabelle:

z.B.

IP 65

IP: Kennbuchstabe für Schutzart nach DIN 40050

Erste Kennziffer für Schutzart gegen Berühren und gegen Eindringen von Fremdkörpern

Zweite Kennziffer für Schutzart gegen Eindringen von Wasser.

1. Kennziffer	Schutzumfang (Berührungs- und Fremdkörperschutz)
0	Kein Schutz
1	Schutz gegen große Fremdkörper
2	Schutz gegen mittelgroße Fremdkörper
3	Schutz gegen kleine Fremdkörper
4	Schutz gegen kornförmige Fremdkörper
5	Schutz gegen Staubablagerungen
6	Schutz gegen Staubeintritt
2. Kennziffer	Schutzumfang (Wasserschutz)
0	Kein Schutz
1	Schutz gegen senkrecht fallendes Wasser
2	Schutz gegen schräg fallendes Wasser
3	Schutz gegen Sprühwasser
4	Schutz gegen Spritzwasser
5	Schutz gegen Strahlwasser
6	Schutz beim Überfluten
7	Schutz beim Eintauchen
8	Schutz beim Untertauchen

12. Schaltbeispiele beim Elektromagnet

Durch geeignete Beschaltungen lassen sich die Schaltzeiten und die Lebenserwartung des Magneten beeinflussen.

Beim **wechselstromseitigen** Schalten (Abb. 6) wird die Abschaltüberspannung vollständig gedämpft, jedoch ist die Abfallzeit stark verzögert.

Beim **gleichstromseitigen** Schalten (Abb. 7) wird die Abschaltüberspannung nicht gedämpft. Diese Schaltung wird meist bei magnetischen Geräten mit geringer el. Leistung angewendet, um die Abfallzeit zu verkürzen. Diese Schaltung bitte nur nach Rücksprache mit dem Hersteller anwenden.

Beim **gleichstromseitigen** Schalten (Abb. 8) kann mit Hilfe eines parallel zum Schalter geschalteten Varistors der Kontaktabbrand reduziert werden.

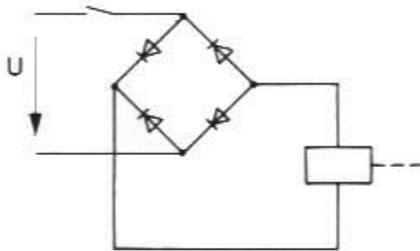


Abb. 6
Fig. 6

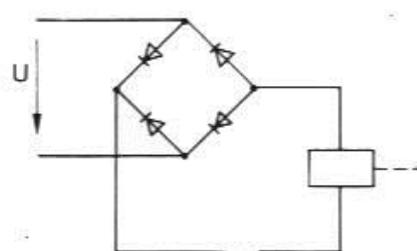


Abb. 7
Fig. 7

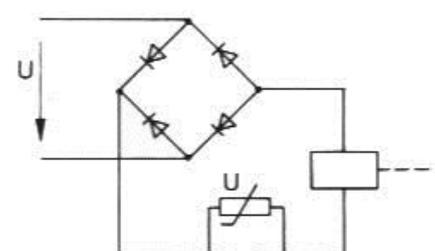


Abb. 8
Fig. 8

13. Bedämpfung des Elektromagneten

Bedämpfung durch Ohmschen Widerstand

Durch einen Parallelwiderstand wird die Abschaltüberspannung begrenzt. Dadurch erhöht sich jedoch die Abfallzeit und der elektrische Leistungsbedarf. Sie werden mit Reduzierung des Parallelwiderstandes kleiner (Abb. 9).

Bedämpfung durch spannungsabhängige Widerstände (Varistoren)

Zur Dämpfung der Abschaltüberspannung werden Varistoren eingesetzt. Dadurch erhöht sich der elektrische Leistungsbedarf nur geringfügig (Abb. 10).

Bedämpfung durch Diode

Dioden verhindern vollständig die Abschaltüberspannung. Dadurch erhöht sich die Abfallzeit (Abb. 11).

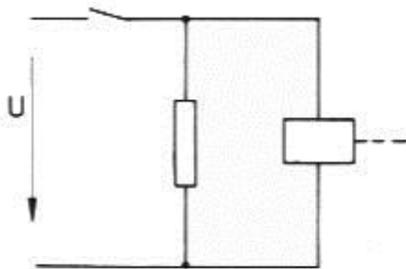


Abb. 9
Fig. 9

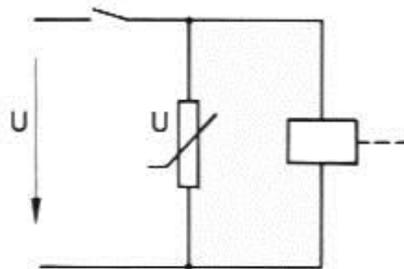


Abb. 10
Fig. 10

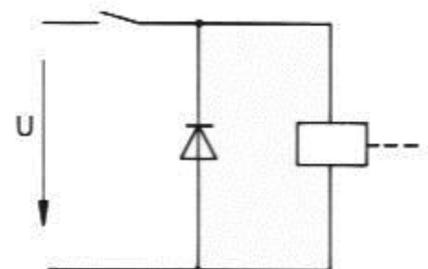


Abb. 11
Fig. 11

14. Sparschaltung beim Elektromagnet

(z.B. mit Ohmschen Widerstand)

Die Verwendung einer Sparschaltung ermöglicht kleine Baugrößen bei der Wahl eines Hubmagneten. Um eine Überwärmung der Spule zu vermeiden, wird nach Erreichen der Hubendlage der Strom durch einen Widerstand begrenzt. Es ist darauf zu achten, dass die Schalthäufigkeit nicht zu hoch wird. Die Dimensionierung des Vorwiderstandes richtet sich nach dem Widerstand der Erregerwicklung (Abb. 12).

15. Schnellerregung eines Elektromagneten

Bei Gleichstromhubmagneten besteht die Möglichkeit, die Anzugszeit durch schaltungstechnische Maßnahmen zu beeinflussen.

Diese Zeit ist im Wesentlichen durch elektrische Konstanten der Erregerwicklung bestimmt. Es ist durch Vorschalten eines Ohmschen Widerstandes möglich, die Anzugszeit zu verkürzen.

Die Größe des vorzuschaltenden Widerstandes (RV) richtet sich nach der Betriebswärme (RCU) der Erregerwicklung (Abb. 13).

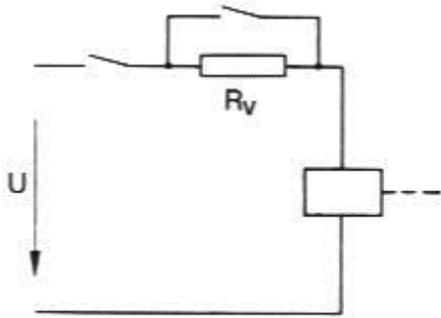


Abb. 12
Fig. 12

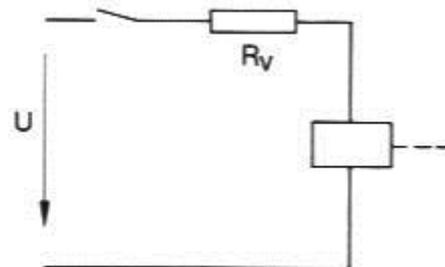


Abb. 13
Fig. 13

16. Einbaurichtlinien für Elektromagnete

Gleichstrom-Hubmagnete können in beliebiger Einbaulage eingesetzt werden. Es ist darauf zu achten, dass Kräfte nur in axialer Richtung abgenommen werden.

Um eine hohe Lebensdauer des Magneten zu erreichen, soll der Magnet mit mindestens 70% der Magnetkraft belastet werden.

Spannung, Einschaltdauer, Temperatur und Schutzklasse sind vor Inbetriebnahme des elektromagnetischen Gerätes unbedingt zu überprüfen.

Der Schutzleiteranschluss ist vom Anwender nach VDE 0100 sicherzustellen.

17. Bestellen | Kontakt für Elektromagnete von Schramme

Am besten Sie rufen uns an. Selbstverständlich können Sie uns Ihre Anfrage auch schriftlich zukommen lassen und wir melden uns bei Ihnen.

Auf unserer Webseite finden Sie im Bereich Download unsere Checkliste „Anfrage“, die uns und Ihnen hilft schnell das Richtige für Sie zu finden.

Wir freuen uns Ihnen mit unserem Know-how weiter helfen zu können.

Magnetbau Schramme GmbH & Co. KG

Zur Ziegelhütte 1 – 5
D- 88693 Deggenhausertal

Phone +49 (0) 7555/9286-0
Fax +49 (0) 7555/9286-30

www.magnetbau-schramme.de
info@magnetbau-schramme.de