



Elektromagnete – bewegen mehr als Sie denken!

Elektromagnete sind heutzutage in beinahe allen Bereichen des täglichen Lebens anzutreffen. Den Ersten halten Sie vielleicht schon frühmorgens nach dem Aufstehen in der Hand: in der elektrischen Zahnbürste. An Stelle eines Elektromotors werkelt dort stattdessen ein Kleinmagnet, der die Bewegungen des Bürstenkopfes mittels einer einfachen und preiswerten elektronischen Ansteuerung realisiert. Kleiner, leichter, zuverlässiger als ein Elektromotor und dazu noch effizienter.

Beim Druck auf den Funkschlüssel Ihres Autos entriegelt Ihnen ein elektromechanischer Aktor die Tür und präzise, elektromagnetische Einspritzventile dosieren nach dem Start exakt die benötigte Kraftstoffmenge für jeden einzelnen Zylinder des Motors.

Auch bei sicherheitsrelevanten Anwendungen sind Elektromagnete heute nicht mehr wegzudenken. Ihre hohe Zuverlässigkeit, Robustheit und Typenvielfalt eröffnet ihnen zunehmend ein immer breiteres Einsatzspektrum im Industriebereich und Automotive-Sektor.



Sieht man einmal von Spezialanwendungen wie beispielsweise medizinischen Kernspintomographen ab, in denen ein tonnenschwerer und mit flüssigem Helium gekühlter, supraleitender Magnet ein extrem starkes statisches Magnetfeld erzeugt um Atomkerne im menschlichen Körper zu magnetisieren, benötigt man im technischen Bereich zumeist eine spezifische Bewegungs-, Anziehungs-, oder Haltekraft. Dies kann eine geradlinige (translatorische) Arbeitsbewegung, eine drehende (rotatorische), oder eine statische beziehungsweise dynamische Haltekraft sein, zum Beispiel beim Einsatz in Brandschutzeinrichtungen, zur Fixierung von Werkstücken oder in Mechanismen zum Verriegeln und Entriegeln.

Für den Entwickler ist es dabei wichtig zu wissen, welche Lösungen er mittels Elektromagneten realisieren kann, welche Hauptbauarten und Bauformen es gibt und worauf er bei der vorgesehenen Applikation achten sollte.

Diese technische Einführung, die sich speziell mit Elektromagneten für technische Anwendungen befasst, soll Entwicklern und Projektmanagern einen Überblick über Arbeitsweise, Bauformen, Begriffsdefinitionen und technische Eigenschaften der verschiedenen Elektromagnete an die Hand geben.



Inhaltsverzeichnis

Thema	Seite
Einleitung	1
Inhaltsverzeichnis	2
Funktionsprinzip der Elektromagnete, Verschiedene Anforderungen – verschiedene Bauformen	3
Hauptbauarten von Elektromagneten	
- Linearmagnet	4 - 5
- Klappankermagnet	6
- Tauchspulmagnet	6
- Drehmagnet	7
- Haftmagnet	8
Funktionsprinzip Haftmagnete	9
Weitere Bauarten von Elektromagneten	
- Monostabiler Elektromagnet	10
- Bistabiler Elektromagnet	11
Sonderausführungen nach Kundenwunsch (Beispiele)	12
Auswahlkriterien für Elektromagnete	
- Gleich – oder Wechselspannungsversion	13 - 14
Wann Elektromagnete – wann andere Aktoren?	15
Elektromagnet in der Praxis – was sollte der Entwickler beachten?	
- Dimensionierung	16
- Umgebungsbedingungen	16
- Korrosionsschutz	16
- Schutzarten	17
- Isolierstoffklassen	17
- Spielfolge	17
Qualitätsanforderungen für Elektromagnete	18 - 19



Funktionsprinzip der Elektromagnete

Alle Elektromagnet-Typen basieren auf dem gleichen grundsätzlichen Konstruktionsprinzip: Eine Spule, im Allgemeinen gewickelt aus Kupferdraht, bildet zusammen mit einem Eisenkern (auch Joch genannt) den eigentlichen Magneten. Dabei ist der Kern jedoch – im Gegensatz zu Transformatoren – nicht in sich geschlossen, sondern wird bewusst mit einer Unterbrechung versehen, damit überhaupt erst mechanische Arbeit in Form von Bewegung oder Haftkräften verrichtet werden kann.

Man macht sich dabei die Tatsache zunutze, dass es beim Magnetismus keine Monopole gibt. Die Feldlinien haben also weder Anfang noch Ende, sondern verlaufen stets in sich geschlossenen Bahnen.

Fliest elektrischer Strom durch die Spule des Magneten werden die dabei entstehenden magnetischen Feldlinien durch den Kern geführt und verstärkt. Die magnetische Flussdichte ist im Inneren des Kerns und der Spule am höchsten. An den offenen Enden des Kerns treten die magnetischen Feldlinien dagegen in die Umgebung aus und fächern entsprechend auf (streuen). Die magnetische Flussdichte ist hier minimal, da Luft dem magnetischen Fluss einen erheblich größeren Widerstand entgegengesetzt als der Eisenkern und die Feldlinien nicht mehr kanalisiert sind.

Hier kommt nun der dritte Hauptbestandteil des Elektromagneten, der sogenannte Anker, ins Spiel: Gemäß der Lenzschen Regel, die sinngemäß besagt, dass eine Bewegung beziehungsweise Kraft stets bestrebt ist, ihrer Ursache entgegenzuwirken, versucht auch der Magnetkreis seinen Widerstand möglichst zu verringern. Bietet man nun dem Magneten ein magnetisch gut leitfähiges (ferromagnetisches) Material – den Anker - an, so fließen die Feldlinien bevorzugt darin. Im Bestreben, Luftspalte zu schließen und damit den magnetischen Widerstand zu verringern, wirken Anziehungskräfte auf den Anker. Man sagt, der Elektromagnet „zieht an“. (Siehe Illustration Seite 9)

Verschiedene Anforderungen – verschiedene Bauformen

Elektromagnete gibt es in den unterschiedlichsten Arten, Ausführungen und Leistungsklassen. Oft decken Standardtypen die Wünsche des Entwicklers ab. Insbesondere bei Neuentwicklungen, wo es noch möglich ist diese mit ein zu designen, kann oft kurzfristig auf eine passende Ausführung zurückgegriffen werden.

Spezial-Anwendungen erfordern oft einen modifizierten bzw. applizierten Magnettyp aus einem Standard-Programm oder einen, nach Lastenheft des Kunden komplett neu entwickelten und speziell angefertigten Elektromagneten.



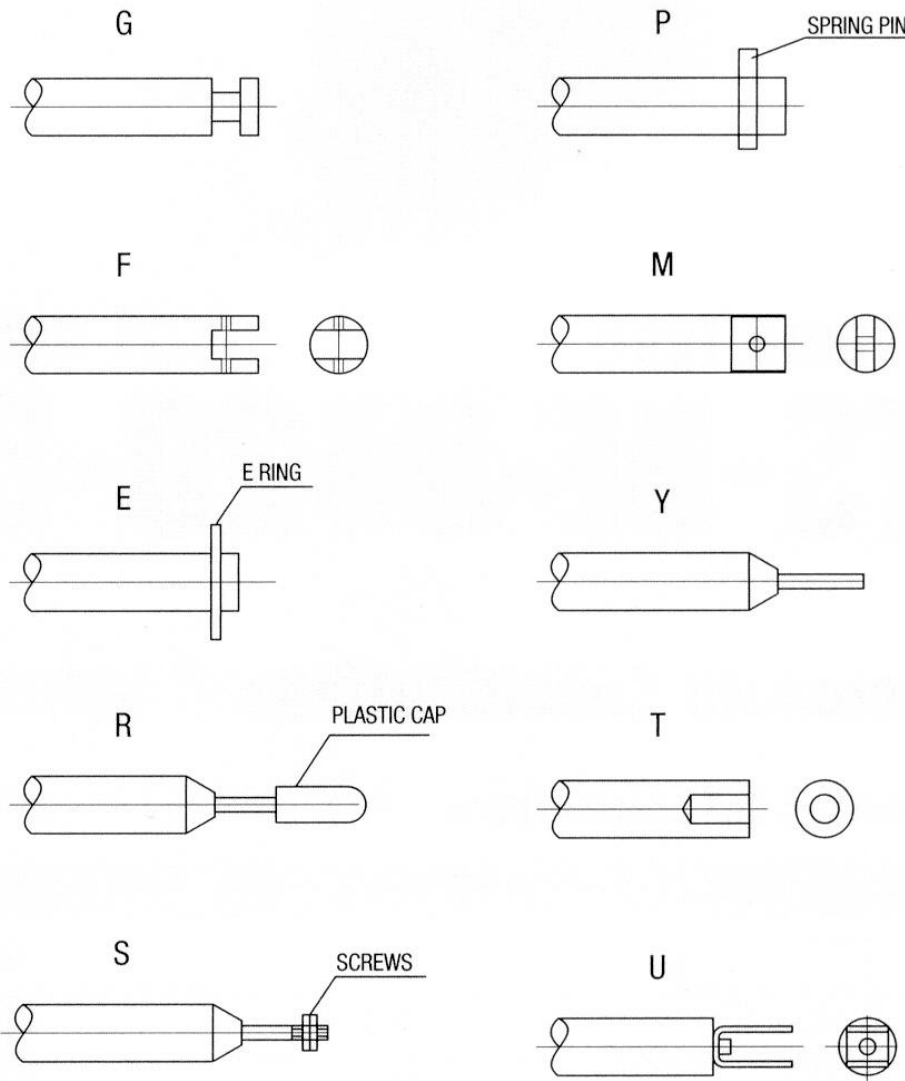


Hauptbauarten von Elektromagneten

Linearmagnet

Einer der gebräuchlichsten Magnettypen bzw. -arten ist der Linearmagnet, auch Hub- oder Zugmagnet genannt. Der Linearmagnet führt eine geradlinige Hub-Bewegung aus. Je nach Konstruktion können Linearmagnete drücken, ziehen oder auch beides. Gängigste Bauformen sind Zylindermagnete, Mehrschicht-/Lamellenmagnete /AC-Magnete) und Magnete mit U-Profilen.

Zylindermagnete und Ausführungen in U-Rahmen-Bauweise besitzen in den meisten Fällen einen zylindrischen Anker der auch Stößel genannt wird. Bei Standardtypen besitzt der Stößel im Allgemeinen die Form, welche am meisten nachgefragt wird. Die üblichen Standard-Bauformen sind hier abgebildet:



Wird für eine bestimmte Applikation eine spezielle Bauform, bzw. mechanische Schnittstelle des Stößels benötigt, so kann diese als Sonderanfertigung nach Kundenspezifikation ausgeführt werden.



Linearmagnet



Zylindermagnet mit
Zugwirkung und
Rückstellfeder

Wechselstrom-Hubmagnet in
Lamellenbauweise mit T-Anker.
Der geschichtete Aufbau von
Kern und Anker reduziert
Wirbelströme. Diese
grundsätzliche Bauart findet auch
Verwendung in elektrischen
Schützen zur Betätigung der
Kontaktpaare.



Standard-Linearmagnet
(Bügelmagnet) mit Kern als U-
Rahmen ausgeführt.

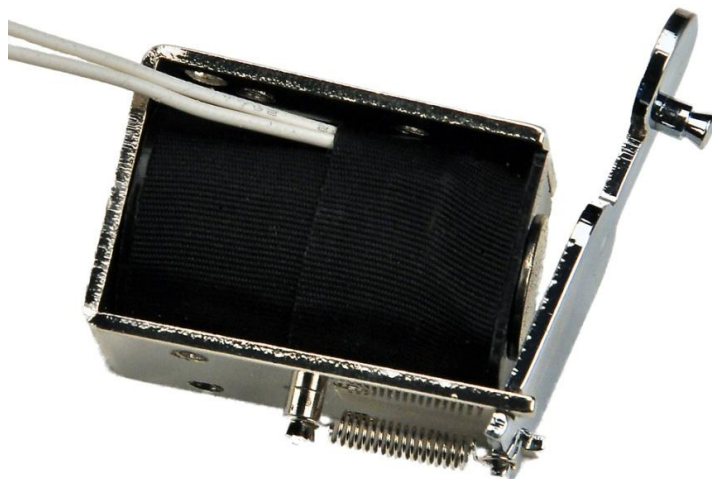
Dämpfungsring (siehe Detail-
Abbildung links) zur Geräusch-
Minderung am Stößel.





Klappankermagnet

Beim Klappanker-Elektromagnet schwenkt ein Blech, welches am Rand der Spule drehbar gelagert ist, um Spule und Kern. Eine ein- bzw. angebaute Rückstellfeder zieht das Bewegungselement in ausgeschaltetem Zustand wieder in die Ruheposition, bzw. Anfangsposition. Klappankermagnete finden sich in praktisch jedem elektrisch angesteuerten Relais. Dort trägt der Klappanker die Kontaktzungen, wobei die Stromzuführung durch hochflexible Kupferlitzen realisiert wird. Durch die relativ geringe Masse des Ankers sind hier recht hohe Schaltfrequenzen möglich. Die maximal erreichbaren Kräfte sind im Gegensatz zum Linearmagnet eher begrenzt.



Klappankermagnet in klassischer Bauform: Der Anker ist als Hebel ausgeführt und kann - je nach Einbau - Zug oder Druck übertragen

Technisch betrachtet, ist die Arbeitsbewegung des Klappankermagneten eigentlich eine Drehbewegung. Nämlich die, eines einseitig gelagerten Hebels mit definiertem Drehwinkel. In der Praxis wird der Hub des Klappankers genutzt.

Auch beim Klappankermagnet ist der als Hebel ausgeführte Anker in verschiedenen Ausführungen lieferbar.

Tauchspulmagnet

Ein Tauchspulmagnet besteht aus einer federnd gelagerten Spule, die in einem stationärem Magnetfeld, normalerweise erzeugt durch einen Permanentmagneten, aufgehängt ist.

Hauptsächliche Anwendungen finden sie u.a. in Lautsprechern, Kopfhörern und Drehspul-Messgeräten. Tauchspulmagnete sind praktisch immer Sonderanfertigungen – und meist auch Eigenentwicklungen – ganz speziell entwickelt für den jeweiligen Einsatzzweck und keine universell einsetzbaren elektromechanischen Stellglieder.

Für allgemeine Zwecke in der Magnettechnik spielen sie jedoch kaum eine Rolle und sollen daher hier nicht weiter behandelt werden.



Drehmagnet

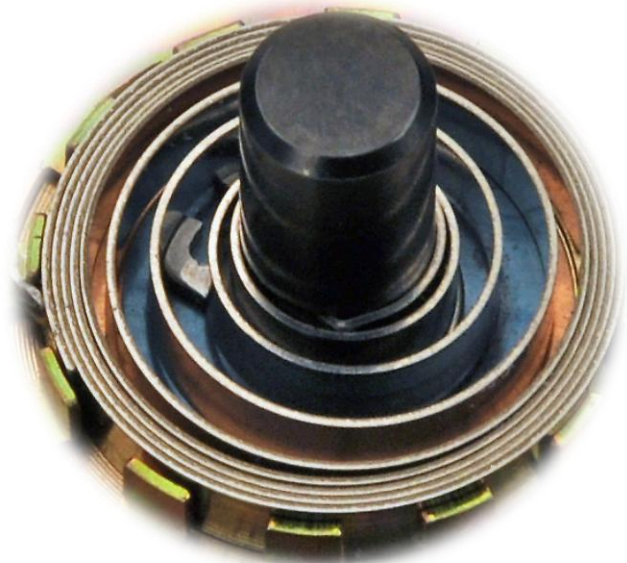
Drehmagnete erzeugen eine rein rotatorische Arbeitsbewegung, ähnlich wie die Antriebswelle eines Elektromotors. Im Gegensatz zum Elektromotor rotiert die Welle des Drehmagneten jedoch nicht kontinuierlich, sondern führt einen exakt vorbestimmten Drehwinkel aus. Dies erlaubt sehr präzise mechanische Stellvorgänge, je nach Ausführung des Magneten auch mit verhältnismäßig großen Kräften und zudem mit exakter Wiederholgenauigkeit.

Dabei kann die Rotationsbewegung – je nach Bauart - nach links, rechts oder auch in beide Richtungen, ausgehend von einer Mittellage erfolgen.



Drehmagnet für 12 V Gleichspannung. Ausführung rechtsdrehend mit 80° Drehwinkel und zwei M4 Befestigungsbolzen frontseitig.

Detail der Welle: Die Spiralfeder sorgt nach Abschalten der Versorgungsspannung für die sichere Rückstellung in Ausgangsposition.





Haftmagnet

Ein Haftmagnet, oft auch Haltemagnet genannt, stellt einen Sonderfall in der Magnettechnik dar. Er kann für sich allein keine Arbeitsbewegung ausüben. Dafür fehlt ihm der Anker, die sogenannte Ankerplatte. Der als Haftpunkt notwendige Anker aus ferromagnetischem Material kann dabei am fest zu haltendem Objekt befestigt werden. Funktionsrelevant sind die Planparallelität, die Oberflächengüte und – Beschaffenheit.

Teilweise dient jedoch auch das Transportgut als Ankerplatte, zum Beispiel bei Magnetkränen und Abscheide-Vorrichtungen für Eisenmetalle.

Der Haftmagnet dient dazu, nach Belieben an- und abschaltbare Halte- bzw. Haftkräfte aufzubringen. Zum Beispiel um Feuerschutztüren – im Normalbetrieb gegen die Kräfte des Türschließers - offen zu halten und diese im Brandfall dann blitzschnell und zentral gesteuert „loszulassen“. Im Gegensatz zu mechanisch betriebenen Vorrichtungen ist hierbei eine inhärente Sicherheit vorhanden. Versagt der Elektromagnet oder fällt der Strom brandbedingt aus schließt die Türe automatisch!



Haftmagnete (Topfmagnete)

Befestigung durch rückseitig angebrachtes Gewinde M4.

Der Kabelabgang ist sowohl seitlich als auch rückwärtig möglich.

Ein **Haftmagnet** in rechteckiger Bauform mit 100 x 40 mm aktiver Fläche.

Durch die lösbare Steckverbindung in Schutzart IP65 mit PG-Verschraubung können beliebige Leitungen angeschlossen werden.

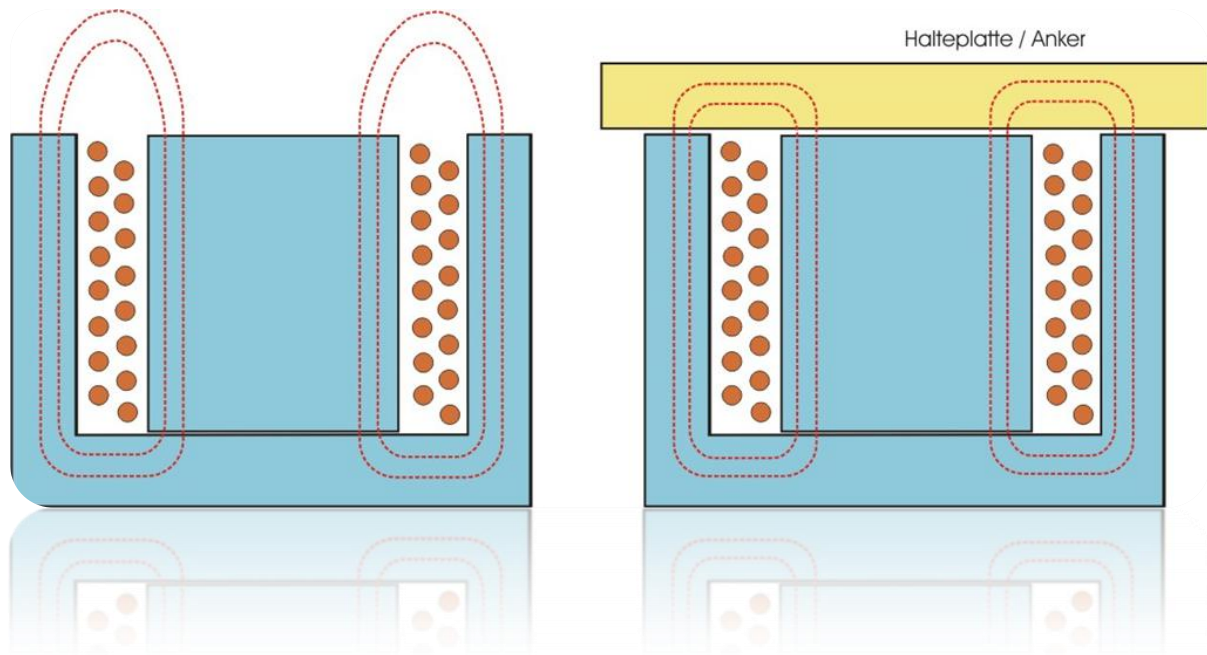
Durch die Steckverbindung ist bei Bedarf ein schneller Austausch, z.B. im Falle einer mechanischen Beschädigung, gewährleistet.





Funktionsprinzip Haftmagnete

Das Funktionsprinzip des Elektromagneten, hier am Beispiel eines Haftmagneten (Topfmagneten):



Die durch den Stromfluss in der Spule induzierten magnetischen Feldlinien verlaufen im Eisenkern des Magneten. Durch den offenen Kern ist der magnetisch gut leitfähige Kreislauf unterbrochen und die Feldlinien treten in das umgebende Medium aus um den magnetischen Kreis zu schließen. Hier entsteht ein Magnetfeld, welches gleichzeitig die Wirkseite des Magneten definiert.

Bei Annäherung des Ankers, in diesem Fall eine runde Halteplatte für den Haftmagneten, treten die magnetischen Feldlinien in diesen ein verkürzen damit ihren Weg. Die Platte wird angezogen und zwar so lange, bis der magnetische Widerstand sein Minimum erreicht, sprich, der noch verbleibende Luftspalt soweit als möglich geschlossen ist.



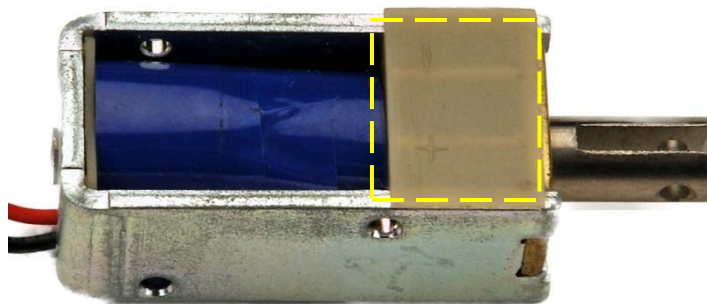


Weitere Bauarten von Elektromagneten

Monostabiler Elektromagnet

Ein monostabiler Elektromagnet hält eine Position stromlos. Zumeist ist dies die eingefahrene Position des Stößels, jedoch ist dies genauso auch in der ausgefahrenen Position möglich.

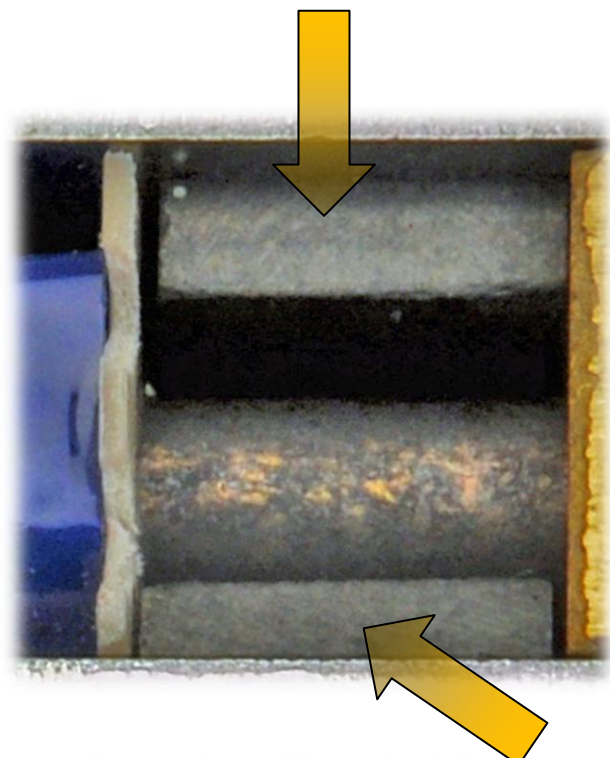
Monostabile Magneten bieten dort Vorteile, wo beispielsweise aus Sicherheitsgründen oder zur Stromersparnis eine Position ohne Versorgungsspannung gehalten werden muss. Realisiert wird dieses Verhalten durch den zusätzlichen Einbau eines Permanentmagneten. Im stromlosen Zustand erzeugt der Permanentmagnet die Haltekraft. Durch Anlegen der Versorgungsspannung wird dieses Magnetfeld und damit auch die Haltekraft des Stößels durch die umgekehrte Polarität des erzeugten Gegenfeldes aufgehoben.



**Monostabiler
Bügelmagnet mit
Stößelbauform „F“.**

Arretierungsposition
in eingefahrenem
Zustand.

Detailaufnahme des Stößels nach
abgenommener Abdeckung: Ober-
und unterhalb des Stößels sind die
seitlich angebrachten Permanent-
Magnete erkennbar.



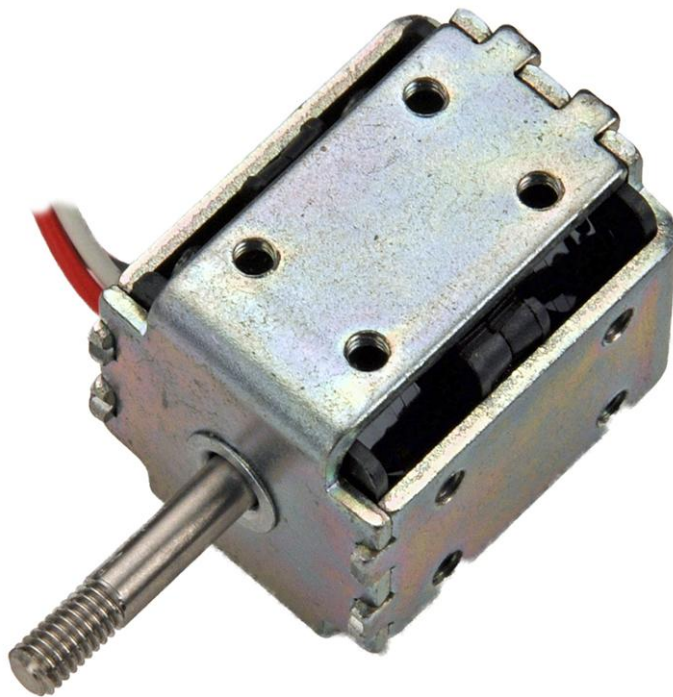


Bistabiler Elektromagnet

Ein bistabiler Elektromagnet besitzt zwei Endlagen des Stößels die stromlos gehalten werden. In der Praxis ist dies im Allgemeinen die eingefahrene und die ausgefahrene Position des Stößels.

Vorteilhaft dabei ist, dass in den jeweiligen Arretierungspositionen kein Arbeitsstrom benötigt wird und die einmal angefahrene Position auch bei etwaigen Stromversorgungsausfällen sicher gehalten wird. Aufgebaut ist der bistabile Elektromagnet ähnlich wie sein monostabiles Pendant. Auch hier kommen zusätzlich Permanentmagnete zum Einsatz um den Anker in den jeweiligen Endlagen magnetisch zu fixieren.

Zwischen den beiden Positionen wird entweder mit einem Stromstoß unterschiedlicher Polarität umgeschaltet, oder alternativ mittels einer zusätzlichen, zweiten Spulenwicklung die dann über eigene elektrische Anschlüsse verfügt.



Bistabiler Elektromagnet in Bügel-Bauweise und Stößelbauform „S“ mit M4 Gewinde.

Allseitige Gewindebohrungen für universelle Wahl der Kabelabgangs-Position.

Eingesetzt werden bistabile Magnete auch in sicherheitsrelevanten Bereichen, in denen eine unbeabsichtigte Schaltzustandsänderung unbedingt vermieden werden muss. Beispiele hierfür sind Verriegelungsmechanismen an Tresoren, sicherheitskritischen Maschinenabläufen und nicht zuletzt Lenkradschlösser von Kraftfahrzeugen.

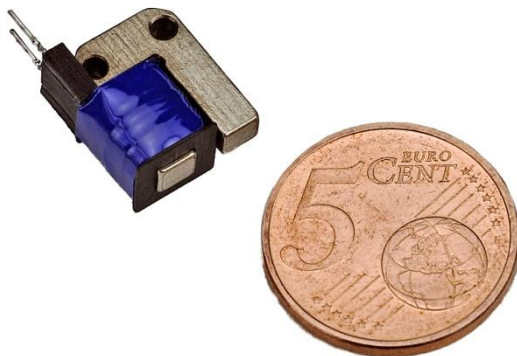
Da zum Umschalten der Positionen nur jeweils ein kurzer Stromstoß benötigt wird, ist auch der energiesparende Betrieb in Batteriebetriebenen Geräten sichergestellt.



Sonderausführungen nach Kundenspezifikation (Beispiele)



Topfmagnet mit prismatischer Aufnahme­fläche. Einfaches und oberflächenschonendes Fixieren von zu bearbeitenden Werk­stücken. Verschiedene Aufnahme­formen sind nach Wunsch realisierbar.



Klein­halte­magnet für magnetische Verriegelung. Gleichspannungsausführung mit Sonderwicklung für 3.3 Volt Betriebsspannung.

Der Spulenkern besteht aus einer korrosionsresistenten Spezial­legierung und wird zusätzlich geschützt durch eine chemische Glanz­vernickelung mit 10 μ Schicht­dicke. Anlage­flächen von Kern und Anker­platte sind in hoher Oberflächengüte (Rautiefe R_{z2}) ausgeführt.



Linearmagnet doppel­wirkend mit einstellbarem Hub von 10 – 40 mm.

Mit 60 N Druck- und Zugkraft bei 100% Einschalt­dauer bewältigt dieser robuste 24 Volt DC Elektromagnet auch kraftintensivste Stell­aufgaben in rauer Umgebung.



Auswahlkriterien für Elektromagnete

Gleich- oder Wechselspannungsversion?

Nicht unbedingt muss der Entwickler vor dieser Frage stehen, denn oft steht eben nur eine bestimmte Spannungsart zur Verfügung. Hat man hier jedoch die Auswahl, gilt es fallweise eine Reihe von Merkmalen zu berücksichtigen, die Gleichstrom- und Wechselstrommagnete unterscheidet.

Wechselspannungsmagnet (AC)

- Schnellere Schaltgeschwindigkeit
- Geringe Abfallverzögerung
- Höhere Anzugskraft bei abgefallenem Magnetanker
- Stromaufnahme stark von Position des Ankers abhängig
- Gefahr des Durchbrennens bei blockiertem Anker
- Neigung zu Brummgeräuschen
- Kurzschlussring zur Vermeidung starker Brummgeräusche erforderlich
- Hohe Schaltfrequenzen können zur Überhitzung führen

Gleichspannungsmagnet (DC)

- Geräuschärmer und brummfrei
- Hohe Magnethaltekraft
- Geringerer Verschleiß durch „weichere“ Arbeitsweise
- Konstante Stromaufnahme unabhängig von Ankerposition
- Übersteuerung möglich
- Schaltfrequenzen nur durch Anzugs- und Abfallzeit limitiert
- Höhere Abfallverzögerung
- Geringere Anzugsleistung bei abgefallenem Magnetanker



...Gleich-oder Wechselspannungsversion?

Tatsächlich scheint vieles für den Gleichspannungsmagneten zu sprechen. Dennoch hat auch der Wechselspannungsmagnet seine Vorteile und zwar beispielsweise in Punkto der direkten Anschlussmöglichkeit an Netzspannung, hohen Anzugskräften auch bei abgefallenem Anker und relativ geringer Abfallverzögerung.

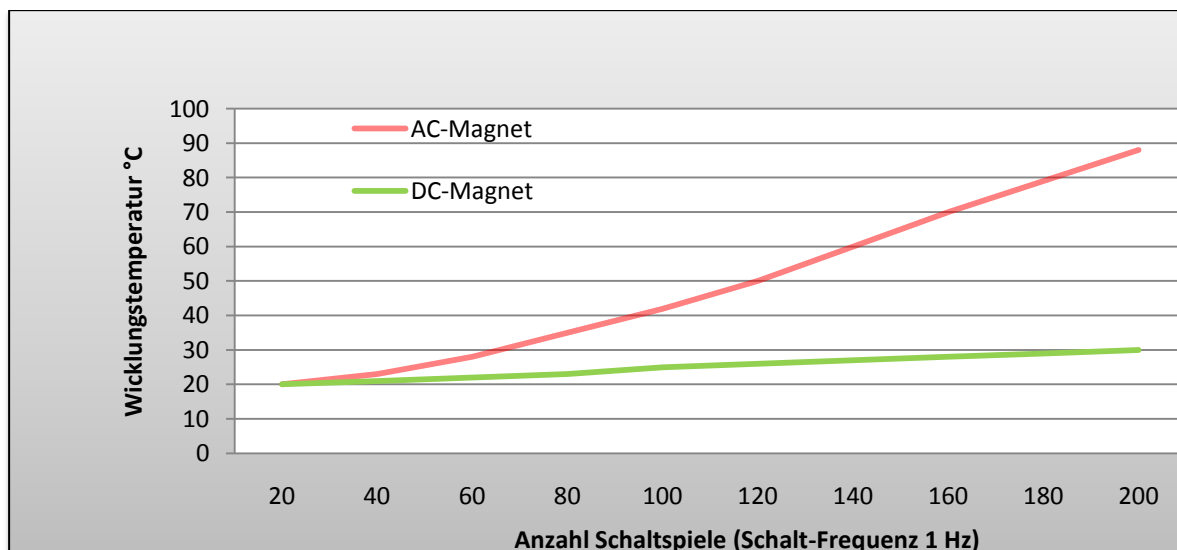
Prinzip bedingt treten beim Wechselspannungsmagneten jedoch Wirbelstrom- und Hystereseverluste auf, so dass sein energetischer Gesamtwirkungsgrad stets etwas schlechter ist als beim Gleichspannungsmagneten. Auch sollte der meist nicht vollständig zu vermeidende Brumm bei der Auswahl im Auge behalten werden. Zwar werben manche Hersteller recht vollmundig mit Versprechungen wie „100% brummfrei“ und Ähnlichem, tatsächlich sieht die Praxis aber sehr oft anders aus. Schon geringste Verunreinigungen oder Unregelmäßigkeiten der Oberflächen zwischen den Auflageflächen von Kern und Anker können zu störenden Brummgeräuschen führen.

Dies mag in einer industriellen Maschinensteuerung oder in einem Schaltschrank tatsächlich kein Problem sein, in einer ruhigen Wohnumgebung oder im medizinischen Umfeld, dürften hörbare Brummfrequenzen jedoch nicht unbedingt ein Quell der Freude sein.

Auch ist zu beachten, dass der induktive Widerstand der Spulenwicklung beim Wechselspannungsmagneten bei abgefallenem Anker geringer ist und dadurch ein höherer Strom fließt. Eine blockierte Mechanik, die durch einen Wechselspannungsmagneten betätigt wird, kann deshalb zur thermischen Überlastung und zum Durchbrennen der Spulenwicklung führen.

Ein ähnlicher Effekt kann eintreten, wenn die sogenannte zulässige Spielfolge überschritten wird. (Siehe Diagramm unten) Mittlere und größere Wechselspannungsmagnete dürfen meist eine festgelegte Anzahl von Schaltspielen in einem vorgegebenen Zeitraum nicht überschreiten, damit sie keinen Schaden durch thermische Überlastung erleiden. Grund ist auch hier der stark erhöhte Anzugsstrom der im Einschaltmoment fließt.

Die Temperaturkurve zeigt den unterschiedlichen Temperaturanstieg der Spulenwicklung zweier baugleicher Elektromagnete jeweils in Wechsel- und Gleichstromausführung





Wann Elektromagnete – wann andere Aktoren?

Elektromagnete decken bereits heute ein sehr breites Anwendungsspektrum ab und lösen zunehmend klassische Stellglieder wie Elektromotoren, sowie hydraulische und pneumatische Betätigungselemente ab.

Ihre hohe Zuverlässigkeit, eine sehr breite Palette an verfügbaren Typen für beinahe sämtliche denkbaren Anwendungen, sowie die unkomplizierte Ansteuerung vereinfacht Neuentwicklungen und bietet viele Vorteile. Ein großes Plus stellt die Möglichkeit dar, Magnete nach Kundenwunsch und auch für sehr spezielle Applikationen anzufertigen.

Ob in Zentralverriegelungen, Laserdruckern oder Separatoren – Elektromagnete haben vieles erst möglich gemacht und manches auch erst „tragbar“ im wahrsten Sinne des Wortes, denn im Vergleich zu Aktoren anderer Bauarten sind sie kleiner, leistungsstärker und gehen viel sparsamer mit kostbarem Batteriestrom um.

Doch wo liegen nun die Grenzen für den Elektromagneten und welche alternativen Aktoren können dann zum Einsatz kommen?





Elektromagnete in der Praxis – was sollte der Entwickler beachten?

Dimensionierung

Ein Elektromagnet sollte so ausgelegt werden, dass er zwar die erforderlichen Kräfte sicher aufbringen kann, dabei aber auch nicht überdimensioniert ist.

Eine Überdimensionierung des Magneten erhöht nicht nur unnötig die Kosten für Beschaffung und Betrieb (Stromkosten), sondern verringert gleichzeitig auch die mechanische Lebensdauer von Elektromagnet und damit verbundener Mechanik durch hohe Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte.

Als Faustregel kann gelten, dass die tatsächlich erforderliche Kraft, die der Magnet im Regelbetriebszustand erbringen muss, mit dem Faktor 1,4 – 1,5 multipliziert in etwa die erforderlichen Betätigungskraft des Magneten ergibt. Beispiel: Lüftungsklappe öffnen und schließen, gemessene (oder berechnete) Stellkraft 3,7 N. Die erforderliche Kraft von 3,7 N x 1,4 ergibt den Wert von 5,18 N. Es ist also die nächst größere verfügbare Type mit einer Stellkraft von 6 N auszuwählen!

Tipp: Sollte die erforderliche Magnetkraft nur für einen kurzen Zeitraum erforderlich sein und hält sich die Anzahl der Schaltspiele in festgelegten Grenzen, so kann ein Gleichspannungsmagnet nötigenfalls auch kurzzeitig überbestromt werden. Halten sie in diesem Fall jedoch bitte vorher unbedingt Rücksprache mit Ihrem Ansprechpartner bei Red Magnetics.

Umgebungsbedingungen

Jeder Elektromagnet ist für bestimmte Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen ausgelegt, die der Spezifikation zu entnehmen sind. Diese Werte dürfen nicht über- oder unterschritten werden, damit es nicht zu Funktionsstörungen oder Ausfällen kommt.

Wichtig: Der angegebene Spulenwiderstand und die Nennströme beziehen sich im Allgemeinen stets auf den Wert bei einer Umgebungstemperatur von 20°C. Bei höheren Umgebungstemperaturen und durch die Eigenerwärmung der Spule (Verlustleistung) steigt auch der ohmsche Widerstand der Wicklung an. Beim Betrieb mit konstanter Spannung verringert sich dadurch der Strom und die Leistungsaufnahme, wodurch auch die Betätigungs- und Haltekräfte entsprechend geringer werden.

Tipp: Sicherheitszuschlag, je nach erwarteter Betriebsumgebung, in die Berechnung einkalkulieren oder DC-Elektromagnete mit Konstantstrom-Ansteuerung betreiben.

Korrosionsschutz

Beim Einsatz in feuchter und/oder korrosiver Umgebung (Hallenbäder, Tunnelbauten, Bergbau, Chemische Industrie usw.) müssen geeignete Werkstoffe und Oberflächenvergütungen gewählt werden, damit es nicht vorzeitig zu korrosionsbedingten Ausfällen kommt.

Tipp: Besondere Einsatzbedingungen bereits bei der Auswahl des geeigneten Magneten berücksichtigen. Nachträgliche Maßnahmen wie Vergießen etc. sind aufwändig und teuer!



...Elektromagnete in der Praxis – was sollte der Entwickler beachten?

Schutzarten

DIN 40050 regelt die Normung der Schutzarten nach IP(xx) = International Protection für Schutz gegen Berührungen, Eindringen von Fremdkörpern und Feuchtigkeit.

Die erste Kennziffer steht hierbei für den Berührungs- und Fremdkörperschutz, die zweite Ziffer bezeichnet den Schutz gegen Eindringen von Wasser.

1. Kennziffer		2. Kennziffer	
0	Kein Schutz	0	Kein Schutz
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper >50 mm	1	Schutz gegen senkrecht tropfendes Wasser
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper >12,5 mm	2	Schutz gegen Tropfwasser bis 15°
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper >2,5 mm	3	Schutz gegen Sprühwasser bis 60°
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper >1,0 mm	4	Schutz gegen allseitiges Spritzwasser
5	Staubgeschützt	5	Schutz gegen Strahlwasser (Winkel beliebig)
6	Staubdicht	6	Schutz gegen starkes Strahlwasser
		7	Schutz gegen zeitweiliges Untertauchen
		8	Schutz gegen dauerndes Untertauchen

Isolierstoffklassen

Die Isolierstoffklasse bezeichnet die Dauerwärmebeständigkeit der verwendeten Isolierstoffe. Eine Überschreitung der Grenzwerte führt zur Beeinträchtigung oder Zerstörung der Isolierung.

Isolierstoffklasse	Grenztemperatur in °C
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
C	180...

Tipp: Bei Einsatz in Umgebungen mit erhöhten Temperaturen oder bei schlechter Wärmeabfuhr durch gekapselten Einbau Sicherheitsspielraum mit einkalkulieren um Isolationsfehler zu vermeiden.

Spielfolge

Die Spielfolge ist eine einmalige oder periodisch wiederkehrende Summierung von Spieldauern verschiedener Länge. Besonders bei Wechselstrommagneten - und hier oft auch für Ausführungen mit einer Einschaltdauer (ED) von 100% - ist darauf zu achten, dass diese nicht überschritten wird um eine unzulässige Erwärmung zu vermeiden.

Tipp: Wechselstrommagnete niemals ohne oder mit blockiertem Anker betreiben! Die erhöhte Leistungsaufnahme kann die Spulenwicklung in kurzer Zeit stark aufheizen und zerstören.



Qualitätsanforderungen für Elektromagnete

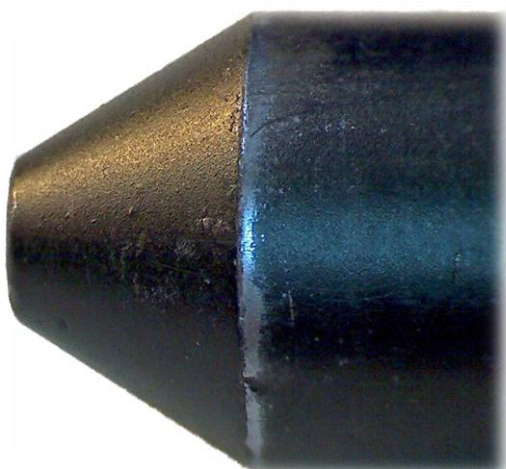


Vor Beginn einer Serienfertigung sollte sichergestellt sein, dass alle verwendeten Bauteile über die geplante Nutzungsdauer störungsfrei funktionieren. Frühausfälle führen zu teuren Gewährleistungsansprüchen und schaden letztlich auch dem Ansehen des Unternehmens.

Die Verwendung qualitativ für den vorgesehenen Einsatzzweck geeigneter Bauteile, eine genaue Beachtung der Grenzwerte gemäß Herstellerspezifikation und im Bedarfsfall auch Vorab-Tests im Prüflabor des qualifizierten Lieferanten, stellen die bestmögliche Zuverlässigkeit Ihrer Systeme sicher.

Lebensdauersimulationen ermöglicht durch frei programmierbare, arbiträre Spannungsverläufe und variable Zyklendauern- und Abfolgen, erlauben sehr praxisnah die Nachstellung eines jahrelangen Betriebs in wenigen Tagen.

Auch Überlastsimulationen unter kontrollierten Bedingungen sind möglich. Die Frage, ob der vorgesehene Elektromagnet in Grenzfällen oder für hochzuverlässige Anwendungen geeignet ist, kann damit zu 100% zuverlässig beantwortet werden.



Die Abbildung links zeigt in 20-facher Vergrößerung den PTFE-beschichteten Stößel eines Zylinder-Magneten nach 300.000 Zyklen.

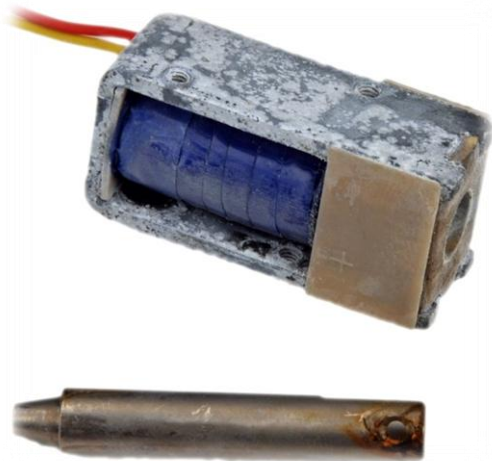
Wie in weiteren Tests ermittelt wurde, ist für die deutlichen Verschleißerscheinungen nicht eine mangelhafte PTFE-Beschichtung verantwortlich.

Das Problem liegt dagegen in einer unsauberen Führung der zu betätigenden Mechanik, wodurch der Stößel unzulässig einseitig belastet wird (verkantet) und damit eine zu hohe, punktuelle Belastung erfolgt.

Nach Auswertung der Versuche konnte die Mechanik durch den Kunden noch rechtzeitig angepasst und teure Rückrufe vermieden werden.



...Qualitätsanforderungen für Elektromagnete



Ein monostabiler Bügelmagnet nach 5 Monaten Einsatzdauer in einem Kiesquetschwerk. Die hohe Luftfeuchte in Verbindung mit aggressiven Zuschlagstoffen hat die Oberflächen bereits deutlich angegriffen. Zeitweilig klemmte der Stößel im Kern fest, was zum sporadischen Versagen des Mischdosierers führte. Ein völliger Ausfall mit Betriebsstillstand wäre in Kürze die Folge gewesen.

Wichtig: In hochkorrosiver Umgebung ist der Einsatz besonders geschützter Elektromagnete erforderlich. Sinnvoll ist hier stets die vorherige Abstimmung mit dem Lieferanten und gegebenenfalls entsprechende Korrosionstests im Prüflabor.



Magnetkraftmessungen am Kraftmess-Stand helfen, auch bei spezifischen Anforderungen die passende Lösung für die geplante Anwendung zu finden. Das Risiko von Fehlberechnungen wird damit gänzlich ausgeschaltet.



Messungen des Isolationswiderstandes und der Durchschlagsfestigkeit von Spulenwicklung und Anschlußleitungen geben in ausfallkritischen Applikationen die notwendige Sicherheit. Red Magnetics erledigt solche Prüfungen stichprobenartig oder für die Gesamtmenge auf Kundenwunsch im eigenen Meßlabor.

Für Ihre Anfragen, Anregungen und Wünsche steht Ihnen das kompetente Team von Red Magnetics jederzeit gerne bereit!

Tel. 0 81 61 / 99 13 – 0
info@red-magnetics.com
www.red-magnetics.com