

1. **Begriffserklärungen nach VDE 0580\***

1.1 **Hubmagnete**

**Einfachhubmagnet** ist ein Gerät, bei dem die Hubbewegung von der Hubanfangslage in die Hubendlage durch die elektromagnetische Kraftwirkung erfolgt. Die Rückstellung wird durch äußere Kraft erreicht.

**Doppelhubmagnet** (mit Nullstellung). Die Hubbewegung geht je nach der Erregung von der Nullstellung in eine der beiden entgegengesetzten Richtungen und durch äußere Rückstellkräfte nach Ausschalten in diese Nullstellung zurück. Dabei ist die Nullstellung die Hubanfangslage für beide Richtungen.

**Umkehrhubmagnet** (ohne Nullstellung). Die Hubbewegung erfolgt je nach Erregung von einer Hubendlage in die andere oder umgekehrt. Dabei ist die Hubendlage in der einen Richtung gleichzeitig die Hubanfangslage in der entgegengesetzten Richtung.

1.2 **Mechanische Begriffe**

**Magnetkraft** (F) ist der ausnutzbare, also um die Reibung verminderte Teil der im Betätigungsmagneten in Hubrichtung erzeugten mechanischen Kraft.

**Hubkraft** ist die Magnetkraft, welche unter Berücksichtigung der zugehörigen Komponente des Ankergewichtes nach außen wirkt.

a waagerechte

Bewegungsrichtung

**Hubkraft = Magnetkraft**

b Ankergewicht in Hubrichtung wirkend (vertikale Einbaulage)

**Hubkraft = Magnetkraft + Ankergewicht**

\* Sinngemäß aus VDE 0580 übernommen. Die Wiedergabe erfolgt mit freundlicher Genehmigung der VDE-Verlag-GmbH, Berlin.

1. **Definitions according to VDE 0580\***

1.1 **Linear solenoids**

A **single acting solenoid** is a unit in which the linear stroke motion from a start position to an end position results from electro-magnetic forces. The return action is effected by some other external force mechanism.

**Double acting solenoid** (with neutral position). The stroke is made by energization of the solenoid in one of two opposite directions from the neutral position. Return action to the neutral position is provided by some other force mechanism. The neutral position is therefore the start position for both stroke directions.

**Reversing linear solenoid** (without neutral position). The stroke is made from one end position to the other when energization occurs. The end position in one direction is therefore the start position for the other opposite direction.

1.2 **Mechanical data**

**Solenoid force** (F) is the useful force developed in the direction of the stroke after allowing for the frictional loss.

**Stroke force** is the solenoid force available for operating on coupled components in the direction of the stroke.

a Horizontal stroke

**Stroke force = Solenoid Force**

b Armature weight acting in stroke direction (vertical mounting).

**Stroke force = Solenoid Force + Armature weight**

\* Based on VDE 0580. The abstracts are reproduced with the approval of VDE-Verlag-GmbH, Berlin, Germany.

- c Ankergewicht entgegengesetzt Hubrichtung wirkend (vertikale Einbaulage)  
**Hubkraft = Magnetkraft - Ankergewicht**

**Magnethub** ist der vom Anker zwischen Hubanfangslage und Hubendlage zurückgelegte Weg.

**Hubanfangslage (s 1)** ist die Lage des Ankers vor Beginn der Hubbewegung bzw. nach Beendigung der Rückstellung.

**Hubendlage (s 2)** ist die im Magneten konstruktiv festgelegte Stellung des Ankers nach Beendigung der Hubbewegung.

### 1.3 Magnetkraft-Hubkennlinie

Man unterscheidet drei charakteristische Kennlinien in Richtung zur Hubendlage:

1. Fallende Kennlinie
2. Waagerechte Kennlinie
3. Ansteigende Kennlinie

## 2. Montagehinweise

Für die Befestigung sind die aus den Zeichnungen ersichtlichen Gewindebohrungen vorgesehen. Die Schraubenlänge ist so zu wählen, dass die Spule nicht beschädigt wird.

Seitliche Kräfte auf den Anker sind zu vermeiden, da durch die dabei entstehenden Reibungskräfte die Lebensdauer und die Funktion beeinträchtigt werden können.

Durch eine zusätzliche Kühlfläche, die mit dem Magneten in gut wärmeleitender Verbindung steht, verbessert sich die Wärmeabgabe (z. B. durch Montage auf eine größere Metallplatte, dadurch ist eine größere relative Einschalt-dauer zulässig).

Sacklöcher erhalten einen ölhaltigen Rostschutz. Dieses ist bei Schrauben mit Sicherungslack zu beachten.

- c Armature weight acting opposite to stroke direction (vertical mounting).  
**Stroke force = Solenoid Force - Armature weight**

**Solenoid Stroke** is the distance moved by the armature from the start to end position.

**Start position (s 1)** is the position of the armature before commencing the stroke, or else after completion of the return.

**End position (s 2)** is the position reached after completion of the stroke.

### 1.3 Solenoid stroke force characteristic

Three particular characteristics can be identified for solenoid operation.

1. Decreasing characteristic
2. Horizontal characteristic
3. Increasing characteristic

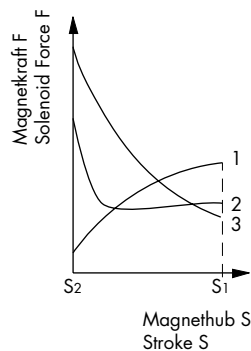
## 2. Mounting instructions

Threaded holes are indicated on drawings for fixing purposes. Screw length should be selected such that the coil cannot be damaged.

Side loads on the armature should be avoided, since increased frictional forces reduce operational life and function is impaired.

When the cooling process is improved by an additional cooling surface, the permissible relative duty cycle can be increased.

Blind holes are treated with an oily anticorrosive agent. This might be important to know when screws with safety varnish are used.



**3. Ankersysteme  
und Kraft-Weg-Diagramme**

**3.1 Flachanker gegen flachen Kern**

Bei diesem System entspricht der magnetische Luftspalt dem Hub des Magneten. Da die Induktion im Luftspalt zur Bestimmung der Kraft  $F$  quadratisch eingeht,

$$F = \frac{B_L^2 \cdot A}{2 \cdot \mu_o} \quad \text{mit} \quad B_L = \frac{\mu_o \cdot N \cdot I}{s_L}$$

$B_L$  = Induktion im Luftspalt

$A$  = Polfläche Anker

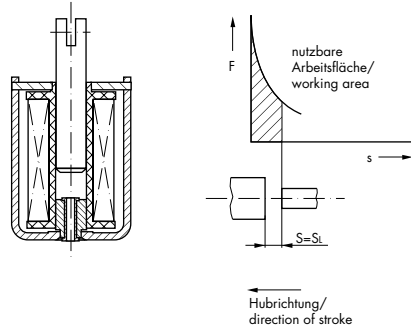
$\mu_o$  = Permeabilität in Luft

$\mu$  = effektive Permeabilität

$N$  = Windungszahl der Spule

$I$  = Strom

$s_L$  = Luftspalt zwischen Kern und Anker  
erhalten wir am Ende des Hubes eine stark ansteigende Kennlinie. Anwendung erfolgt bei kleinen Hüben und erforderlichen großen End- bzw. Haltekraften.

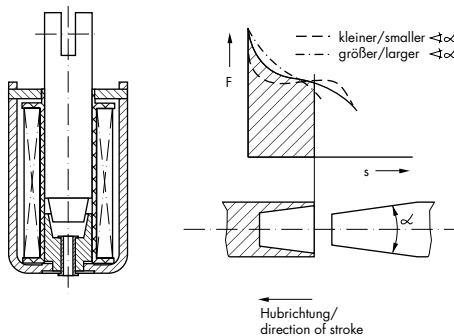


**3.2 Konusanker und Kern mit Innenkonus**

Bei dieser Formgebung von Anker und Kern wird die Kraft-Weg-Kurve von drei maßgeblichen Größen gestaltet:

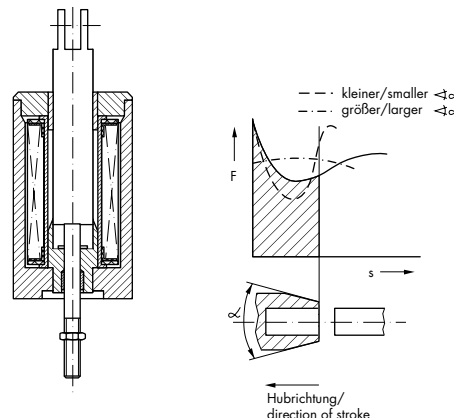
- a) der Flächenänderung des Magnetluftspaltes
- b) der Verringerung des Magnetluftspaltes
- c) der axialen Kraftkomponente im Magnetluftspalt, gegeben durch den Winkel des Konus.

Hieraus lässt sich schon erkennen, dass diese Ausführungsform bedeutend mehr Anwendungsmöglichkeiten bietet als ein Flachanker mit flachem Kern. Je nach Ausbildung des Konuswinkels lässt sich die Kraft-Weg-Kennlinie von fast waagrecht (kleiner Winkel) bis steil ansteigend (großer Winkel) gestalten.



**3.3 Flachanker in Hohlzylinderkern mit Außenkonus**

Bei dieser Ausführung taucht ein Flachanker in einen Hohlzylinder. Der Luftspalt zwischen Hohlzylinder und Anker bleibt während des gesamten Hubes konstant. Die Länge des Hohlzylinders entspricht auch dem Hub. Durch die Zunahme der Magnetfeldlinien, entsprechend der Magnetluftspaltfläche, erhält man eine Kraft in Achsrichtung. Durch einen Außenkonus am Hohlzylinder kann die Kraft-Weg-Kennlinie von waagrecht (kleiner Winkel) bis stark fallend (großer Winkel) beeinflusst werden. Die flache Stirnseite des Ankers wirkt am Ende des Hubes noch zur Anhebung der Endkraft.



**3. Armature systems  
and directional force diagrams**

**3.1 Flat face armature and flat core face**

In this system, the magnetic air gap corresponds to the stroke of the solenoid armature. As induction in the air gap effects a quadratic response in force  $F$ ,

$$F = \frac{B_L^2 \cdot A}{2 \cdot \mu_o} \quad \text{with} \quad B_L = \frac{\mu_o \cdot N \cdot I}{s_L}$$

$B_L$  = induction in the air gap

$A$  = pole surface of armature

$\mu_o$  = air permeability

$\mu$  = effective permeability

$N$  = number of windings of coil

$I$  = current

$s_L$  = air gap between core and armature

a sharply rising stroke vs force curve results at the end of the stroke. Main applications are where a high end force at small strokes is required.

**3.2 Conical face armature and conical core face**

With armature and core faces of conical shape, the directional force curve is determined by three values:

- a) Change in surface area of the air gap
- b) decrease of the air gap
- c) the axial force component of the air gap, given by the angle for the core conus.

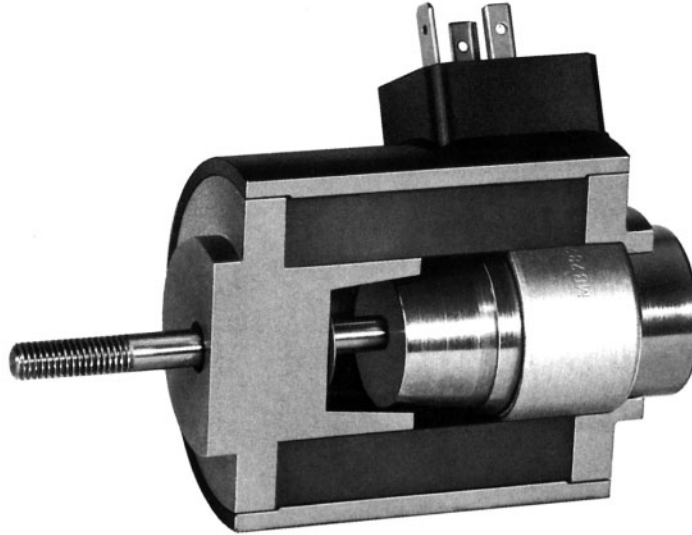
It is thus apparent, that this system offers more possibilities for application than 3.1. Depending on the angle of the conus the stroke vs. force curve can be fixed from nearly horizontal (small angle) to steeply increasing (large angle).

**3.3 Flat face armature inside a hollow cylinder with external conical shape**

In this system, a flat face core enters a hollow cylinder. The air gap between cylinder and armature remains constant throughout the stroke. The length of the cylinder equals the stroke. A force in the direction of the axis is effected by the increase of the magnetic field, corresponding to the air gap area. The conical design on the outside of the cylinders influences the stroke vs. force curve from a horizontal direction (small angle) to steeply decreasing (large angle). The flat face of the armature aids towards an increased end force at the end of the stroke.

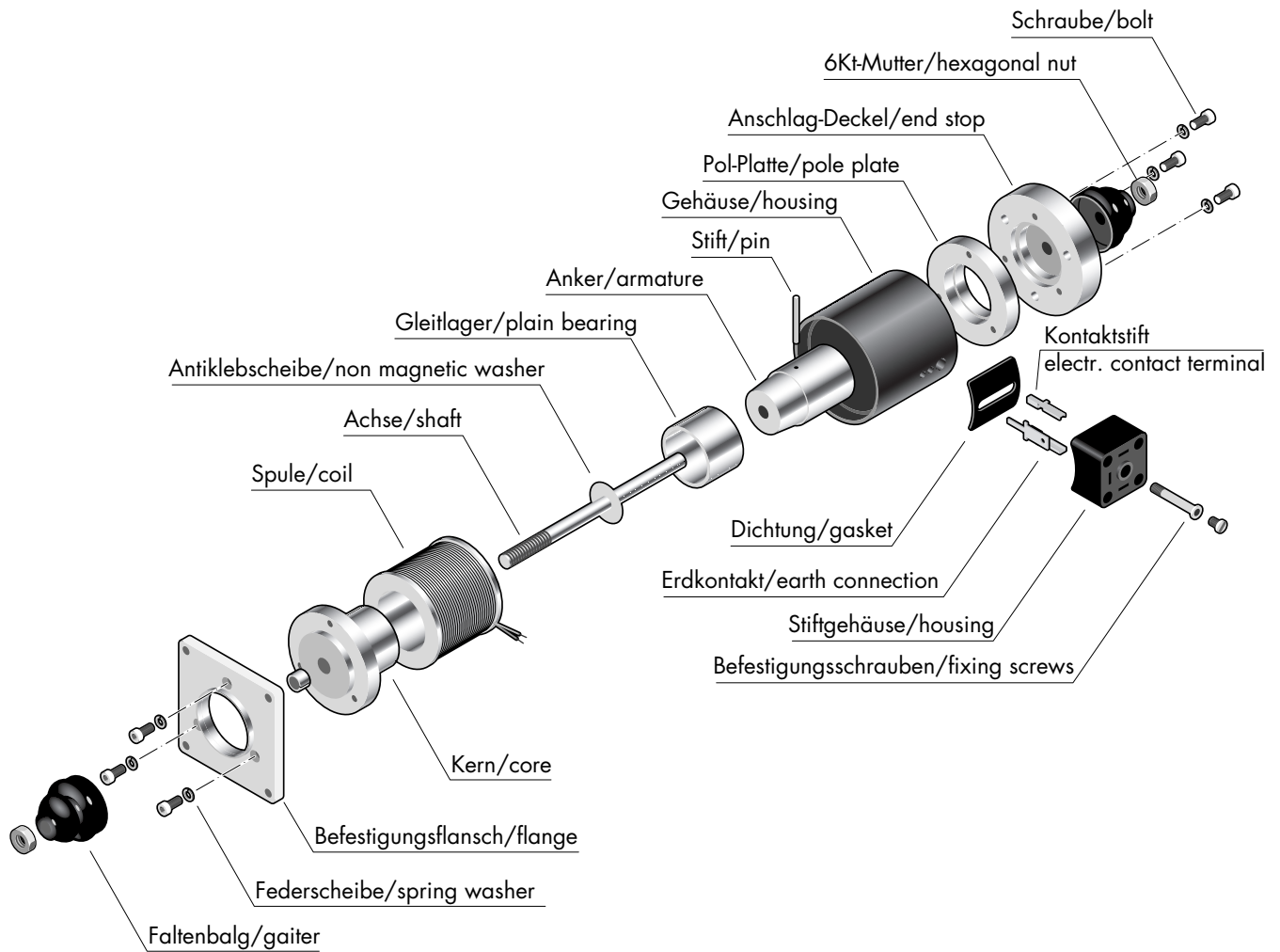
4. **Detaildarstellung eines Hochleistungs-  
hubmagneten RM**

4. **Detailed diagram of a heavy duty  
linear solenoid, series RM**



Schnittbild RM

Sectional view RM

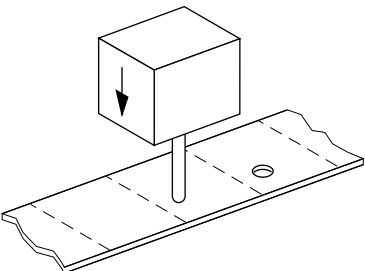
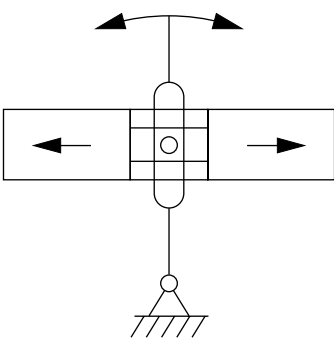
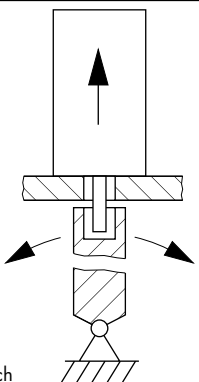
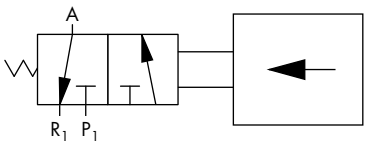
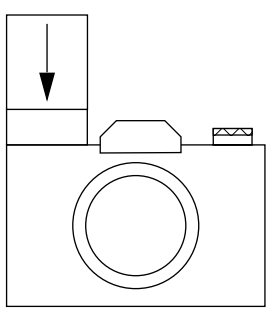
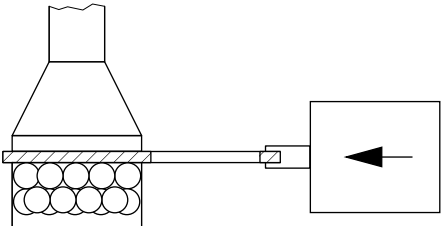
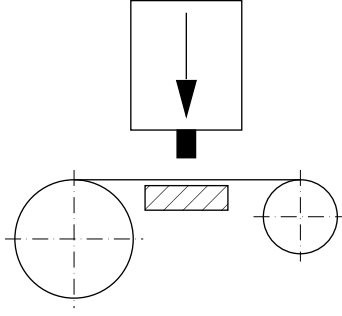
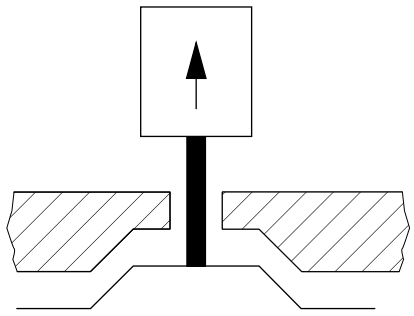
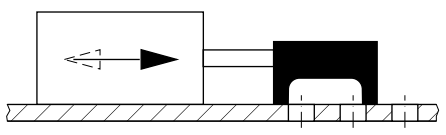
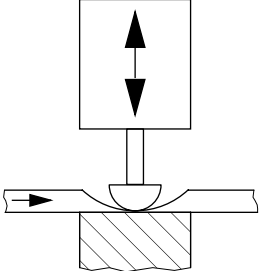
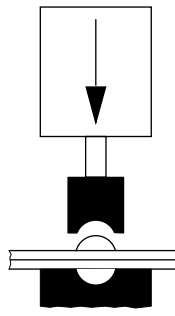
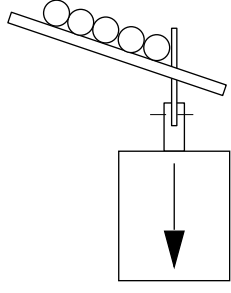


5. Anwendungsbeispiele

Hubmagnete dienen der Automation. In der unten aufgeführten Darstellung dafür einige Anwendungsbeispiele.

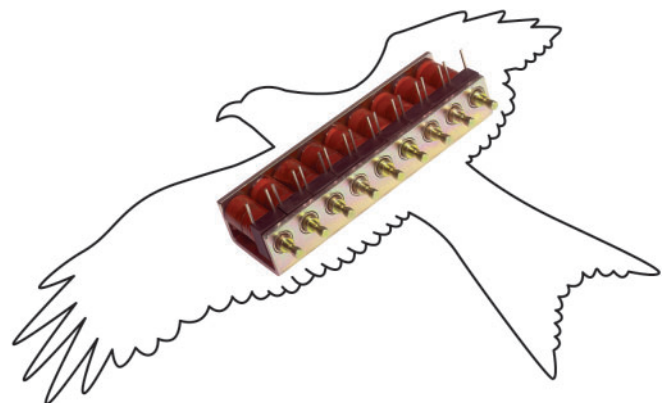
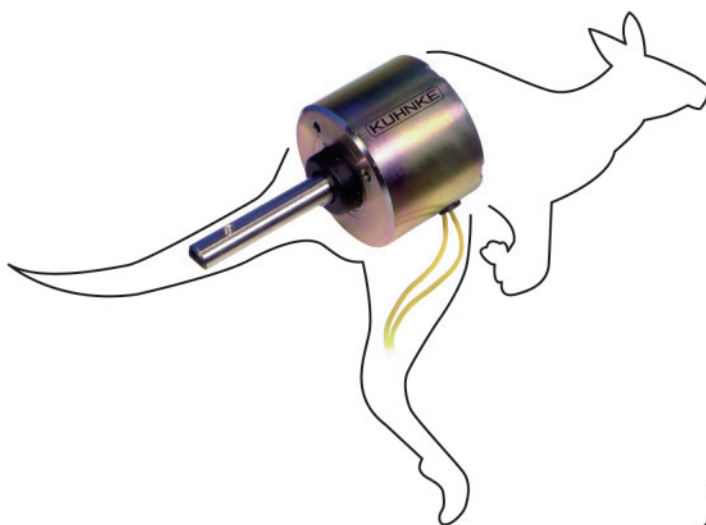
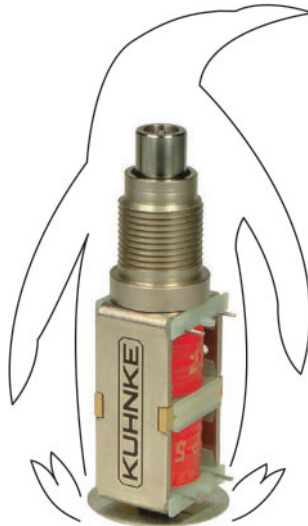
5. Examples of application

Linear solenoids are a contribution to automation. Below, please find some examples of how they can be used.

 <p>Entwerter/Ticket cancellation</p>	 <p>Umlenker/Diverter</p>	 <p>Verriegler/Latch</p>
 <p>Ventilsteuerung/Valve actuator</p>	 <p>Auslöser/Initiator</p>	 <p>Dosierer/Measuring bulk</p>
 <p>Drucken, Stempeln, Beschriften/ Print, Stamp, Mark</p>	 <p>Lüfter/Ventilator</p>	 <p>Schieber/Mover</p>
 <p>Schlauchklemmer/Pinch Valve</p>	 <p>Nieten/Rivet punch</p>	 <p>Sperrern/Lock</p>

# Hubmagnete Kundenspezifische Lösung

Durch die fortschreitende Automatisierung verändern sich auch die Anforderungen an Hubmagnete. In vielen Fällen ist daher eine kundenspezifische Lösung notwendig. Der Hubmagnet muss dabei als integrierter Baustein der Gesamtfunktion gelten, der sich in einer kundenspezifischen Lösung niederschlägt. Durch die verstärkten Forderungen bestimmter Investitionsgüterbereiche nach immer schneller laufenden und langlebigen Maschinen, haben sich auch die Anforderungen an Magnete geändert. So werden heute immer mehr Hochleistungs-Hubmagnete mit langlebiger, wartungsfreier Ankerlagerung in einer kundenspezifischen Lösung gefertigt: Man erreicht heute durch den Einsatz von Speziallagern bei Hochleistungs-Hubmagneten eine mechanische Lebensdauer von ca.  $10^9$  (1 Milliarde) Schaltspielen. Der Anwendungsbereich der Sonderbetätigungsmagnete ist unbegrenzt. Sondermagnete können kostengünstig in Abhängigkeit von Stückzahlen kundenspezifisch gefertigt werden. Im Laufe langjähriger Erfahrung in der Herstellung von kundenspezifischen Hochleistungs-Hubmagneten sind wir in vielen Branchen anerkannter Spezialist. Unsere Vertriebsingenieure beraten Sie gern. Die nachstehenden Fotos zeigen einen kleinen Auszug aus der Vielfältigkeit der Anwendungsbeispiele.



# Linear Solenoids Made to Customer's Specifications

As a result of the continually growing automation, today's linear solenoids must fulfill other requirements than previous ones in order to come up to our clients' expectations. In many cases, such tailor-made solenoids are considered as components integrated into a whole system.

As a result of the continually growing demand of several investment goods industries for fast operation machines with increased service life, the requirements that solenoids must fulfill have changed, too. For this reason, the out-standing features of today's linear heavy-duty solenoids are a very long service life and a maintenance-free armature ball bearing. And many of them are made according to clients' specifications:

The mechanical service life of our heavy-duty solenoids is about  $10^9$  (1 billion) duty cycles.

The fields of application for Kuhnke's specials is unlimited. Depending on the quantity needed we can manufacture special solenoids at competitive prices. Our long-lasting experience in the production of customer-made linear solenoids has made us become a specialist well-known in many different industrial sectors. Please contact our sales engineers always willing to cope with your problems.

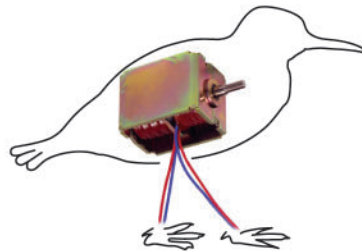
On this page you will find a selection of the multiple fields of application for our solenoids.

Low-power Hubmagnet für Energieversorgungsanlagen.

Low-power linear solenoid for power supply systems.

Mini-Magnet für kleine Bauformen.

Mini solenoid for small designs.



Bevor wir Magnete ins Standardprogramm nehmen, ist es gut möglich, dass sie Ihnen als "Komische Vögel" begegnen.  
Motto: Vom Hochspeziellen zur besseren Standard-Qualität!

Duales Verriegelungssystem in der Hochsicherheitstechnik.

Dual locking system used in high-security technology.



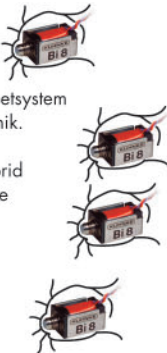
Verriegelungssystem für Verriegelungen.

Locking system for locks.



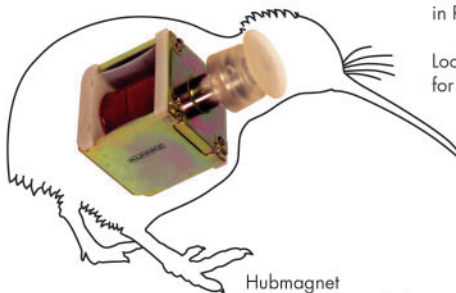
Miniatur-Hybrid-Magnetsystem in der Sicherheitstechnik.

Bistable miniature hybrid solenoid system for use in security systems.



Verriegelungsmagnet in Registrierkassen.

Locking solenoids for cash registers.

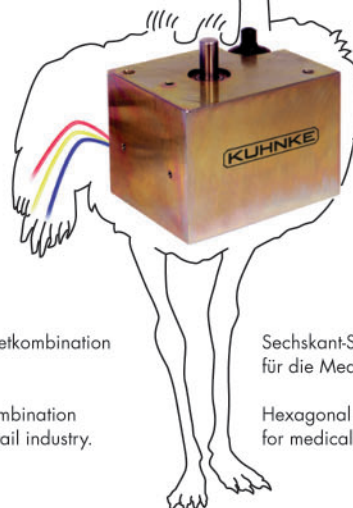


Hubmagnet zur umweltfreundlichen Zuluftsteuerung.

Linear solenoid for environmental-friendly air control.

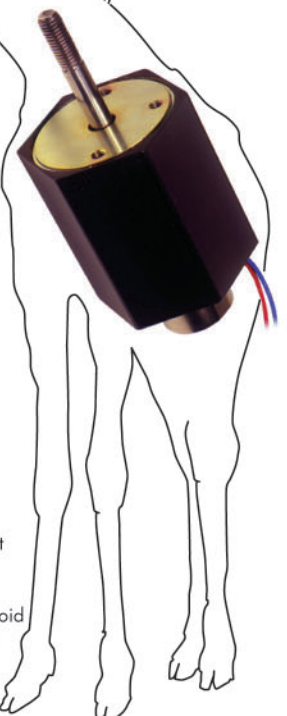
Dreh/Hub-Magnetkombination für die Bahn.

Rotary/linear combination solenoid for the rail industry.



Sechskant-Spezialmagnet für die Medizintechnik.

Hexagonal special solenoid for medical applications.





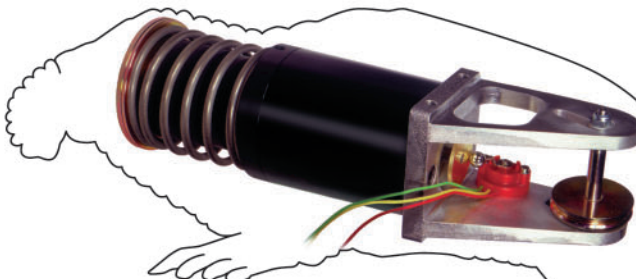
Spezial-Hubmagnet  
in Großkopieranlagen.

Special linear solenoid  
used in large copying plants.



Bistabiler Miniaturhubmagnet  
in netzunabhängigen  
Sicherheitsanlagen.

Bistable miniature linear solenoid  
used in safety systems with  
an independent power supply.



Hochleistungs-Hubmagnet  
in der Prüf- und Testautomation.

Heavy duty linear solenoid  
for use in test automation.



10 W-Magnet  
zum Halten von 350 N.

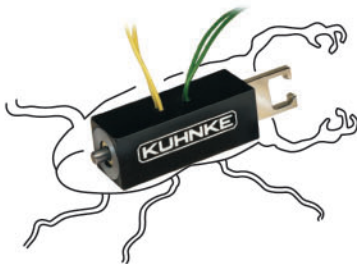
10 W solenoid  
to hold up to 350 N.

Kuhnke standard solenoids often start off as specials,  
just like these examples of "Rare Species".  
Evolution results in the highest quality.



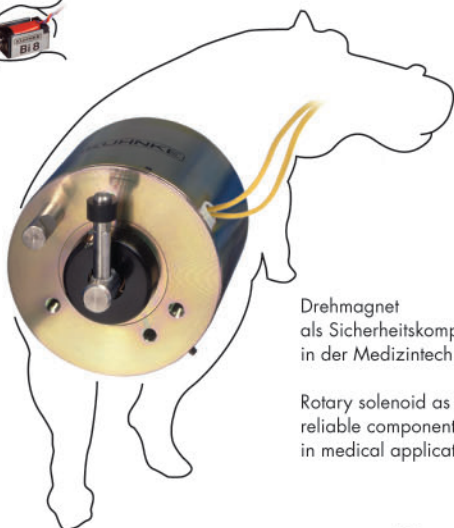
Hochgeschwindigkeits-Magnet  
in der Textilindustrie.

High-speed solenoid for use  
in the textile industry.



Spezieller Haltemagnet  
für Membranpumpen.

Special holding solenoid  
for diaphragm pumps.



Drehmagnet  
als Sicherheitskomponente  
in der Medizintechnik.

Rotary solenoid as a  
reliable component for use  
in medical applications.

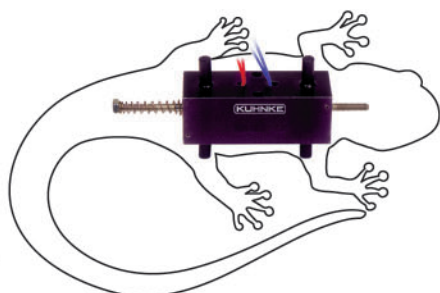


Hochleistungshubmagnet  
zur Positionierung  
in Verpackungsmaschinen.

Heavy-duty linear solenoid  
for positioning tasks  
in packing machines.

Longlife-Magnet  
in zwei Richtungen  
für Textilmaschinen.

Long-life two directional  
solenoid for textile machines.



Multifunktionale  
Verriegelungseinheit  
für die Luftfahrtindustrie.

Multi-functional locking unit  
for the aircraft industry.





# Hubmagnete Offene Bauweise Technische Beschreibung/ Vorzugstypen

Man unterscheidet Magnete in offener Bauweise, d. h. mit mechanisch ungeschütztem, sichtbarem Spulenkörper, und Magnete in geschlossener Bauweise, bei denen der Spulenkörper durch ein geschlossenes Gehäuse oder einen Kunststoffmantel geschützt ist. Das Bauvolumen eines Magneten ist entscheidend für die Hubarbeit, dem Produkt aus Kraft mal Hubweg. Innerhalb einer Baugröße kann die Hubarbeit durch die Spulenauslegung, d. h. Auslegung für unterschiedliche Einschaltdauer, und durch Ausbildung der Magnetpolverhältnisse, d. h. Konus- oder Flachanker, an den Kraftbedarf angepasst werden. Für die Hubarbeit ist es in der Regel unwesentlich, für welche Nennspannung die Magnetspule (12 V, 24 V, 60 V usw.) ausgelegt ist.

## Vorzugstypen Hubmagnete

Die nebenstehenden Hubmagnete werden als Vorzugstypen lagermäßig geführt, damit Sie einen schnellen und preisgünstigen Zugriff für Ihre Versuche haben. Die Vorzugstypen sind in kleinen Stückzahlen (Zwischenverkauf vorbehalten) innerhalb einer Woche lieferbar. Sie sind ausgelegt für 24 V DC und 100 % ED (gilt nicht für bistabile Systeme).

Bei Verwendung einer verstellbaren Spannungsquelle, kann der Magnet über die Nennspannung hinaus betrieben werden, um die für die Betätigung erforderliche Kraft zu erreichen. Die Berechnung hierzu ersehen Sie bitte aus Seite 20.

Die Magnettypen BI 8, 13, 17 sind bistabile Systeme, wobei der Anker in der Anfangslage durch permanent-magnetische Kraft gehalten wird. Bei Impulsbetrieb wird der Anker je nach Polarität der Spule in seine jeweilige Endlage bewegt. Die aufgezeigten Magnetkraftkennlinien beziehen sich auf die Nennspannung. Zu beachten ist, dass die nutzbare Kraft die Differenzkraft zwischen Federkraft und Magnetkraft ist.

Ident. Nr. Ident. No.	Bestell-Bezeichnung Order Code					
29265	BI	8	F	24V DC	15% ED	
17.982	BI	13	F	24V DC	25% ED	
51273	BI	17	F	24V DC	25% ED	
94135	BI	34	F	24V DC	25% ED	
55944	MM	15	F	24V DC	100% ED	
54854	HM	107	F	24V DC	100% ED	
54855	HM	157	F	24V DC	100% ED	
54857	HM	257	F	24V DC	100% ED	
17101	HU	240	F	24V DC	100% ED	
13297	HU	244	F	24V DC	100% ED	
17102	HU	320	F	24V DC	100% ED	
17116	HU	324	F	24V DC	100% ED	
21655	H	2206	F	24V DC	100% ED	
50951	H	2246	F	24V DC	100% ED	
74790	H	2286	R	F	24V DC	100% ED
66541	H	2406	F	24V DC	100% ED	
48423	H	2446	F	24V DC	100% ED	
74607	H	2486	R	F	24V DC	100% ED
47092	H	3206	F	24V DC	100% ED	
48444	H	3246	F	24V DC	100% ED	
74784	H	3286	R	F	24V DC	100% ED
46729	H	3406	F	24V DC	100% ED	
52035	H	3446	F	24V DC	100% ED	
74603	H	3486	R	F	24V DC	100% ED
17321	H	4206	F	24V DC	100% ED	
14235	H	4246	F	24V DC	100% ED	
74818	H	4286	R	F	24V DC	100% ED
52041	H	6206	F	24V DC	100% ED	
48452	H	6246	F	24V DC	100% ED	
74670	H	6286	R	F	24V DC	100% ED
79181	H	08	F	24V DC	100% ED	
74752	H	09	F	24V DC	100% ED	
76205	H	12	F	24V DC	100% ED	
108052	HD	8286	R	F	24V DC	100% ED

# Linear Solenoids Open Frame Technical description/ Preferred types

Solenoids are classified as being of open design, i. e. with a visible, not mechanically protected coil, or of closed design, where the coil is protected by the housing or a separate plastic case. The volume of a solenoid is the deciding factor for the stroke work done, the product of force x stroke. Within a given size of design the stroke work can be adapted by coil design, i. e. different switch on periods or different relative positions of the magnetic poles (conical or flat face armature), to the power requirement. In this context the rated voltage of the magnetic coil (12 V, 24 V, 60 V, etc.) is generally of little importance.

## Preferred types linear solenoids

The solenoids listed in the table are preferred types and are always in stock, enabling you to have them delivered quickly and at a competitive price for your tests.

The preferred types can be delivered within a week (in small numbers), conditional to no resale.

They are designed to operate at 24 V DC and at 100 % ED (not applicable to bistable systems).

If an adjustable voltage source is used, the solenoid can be operated at a higher voltage than that given in the rating, in order to obtain the required power.

For the calculation please refer to page 20.

The BI 8, 13 and 17 solenoids are bistable devices. The armature is held into its rest position by a return spring and in its final/end position by a permanent magnetic force. The armature moves to its final position when an electrical impulse is applied to the coil in the forward direction.

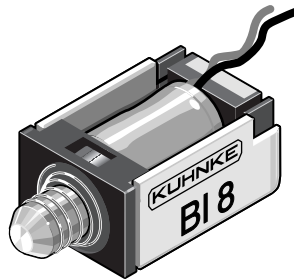
The stroke force diagrams are produced from measurements of actual solenoids with rated voltage.

Please note that the available force is the difference between the return spring tension and the magnetic force.

# Hubmagnete Offene Bauweise

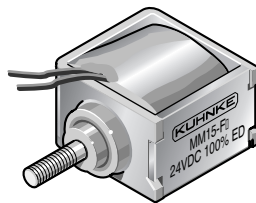
# Linear Solenoids Open Frame

BI-Hubmagnet  
(Zug und Stoß)



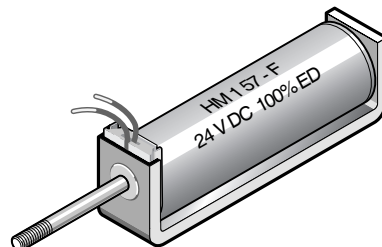
BI linear solenoid  
(pull and thrust)

MM-Kombimagnet  
(Zug und Stoß)



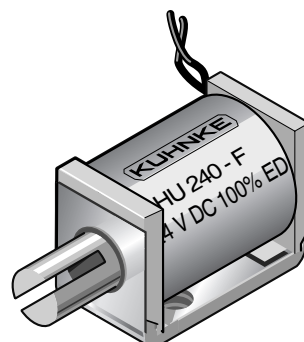
MM combination solenoid  
(pull and thrust)

HM-Hubmagnet  
(Zug oder Stoß)



HM linear solenoid  
(pull or thrust)

HU-Hubmagnet  
(Zug oder Stoß)

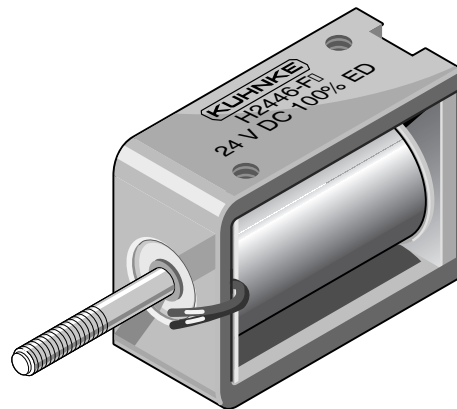


HU linear solenoid  
(pull or thrust)

# Hubmagnete Offene Bauweise

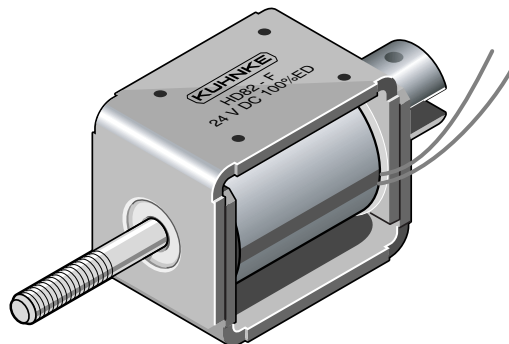
# Linear Solenoids Open Frame

H-Hubmagnet  
(Zug, Stoß oder Kombi)



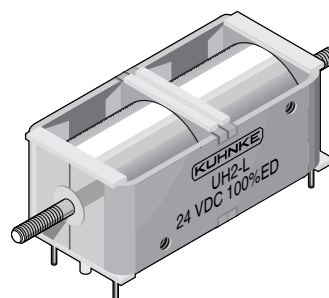
H linear solenoid  
(pull, thrust or combi)

HD-Hubmagnet  
(Zug, Stoß oder Kombi)



HD linear solenoid  
(pull, thrust or combi)

UH-Umkehr-Hubmagnet  
(Zug und Stoß)



UH two-directional solenoid  
(pull and thrust)