

12 | Wir stellen uns Ihrer Herausforderung

Von der Entwicklung bis hin zur Fertigung

Entwicklung

Stellen Sie uns vor technische Herausforderungen!

Unsere kompetenten Ansprechpartner beraten Sie gerne und entwickeln für Sie das passende Magnetsystem für Ihren Anwendungsbereich. Wir können dabei auf ein Know-how zurückgreifen, welches sich in unserer über 50-jährigen Marktpräsenz angesammelt hat. Durch unseren eigenen Werkzeugbau, ausgestattet mit einem umfangreichen Maschinenpark, sind wir in der Lage auch kurzfristig Prototypen zu fertigen.

Fertigung

Unser Maschinenpark zur Kunststoff- und Metallbearbeitung umfasst Kunststoffspritzmaschinen, Stanz- und Drehautomaten, sowie Exzenterpressen. Mit über 400 Werkzeugen und Vorrichtungen fertigen wir viele Einzelteile direkt im eigenen Haus. Zusätzliche Fertigungsteile werden überwiegend von Lieferanten aus der Region (Local sourcing) bezogen. Dies verkürzt Transportwege und -zeiten, und ermöglicht die Anwendbarkeit von Logistik-Konzepten wie Just-in-Time.

Viele Magnetsysteme werden im Baukastensystem hergestellt. Auf Grund eines umfangreichen Lagerbestands an Halbfertig- und Fertigungsteilen sind wir in der Lage auch größere Mengen schnell zu liefern.

Qualität

Wir sind seit 1999 nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert und überprüfen regelmäßig unsere Prozesse und Abläufe. Wir sind in der Lage, Magnetqualitäten zu prüfen und Metalllegierungen mittels einer Röntgenfluoreszenz-Spektralanalyse (RFA) zu bestimmen. Die von uns verwendeten Kunststoffe sind ungiftig, frei von Weichmachern und PAK (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe).

Weiterhin sind über 95% unserer Produkte RoHS (2011/65/EU) und REACH (1907/2006) konform. Hartferrit Magnete werden nur noch als ungiftige Strontiumlegierung eingesetzt.

Technische Änderungen bleiben vorbehalten.

Sonderlösungen für Ihre Anwendung

Sie haben noch nicht exakt das Passende gefunden?

Auch dann sind Sie bei Brugger genau richtig und können sich auf unsere Problemlösungskompetenz verlassen. Wir fertigen für Sie individuelle Kleinserien ab 1 Stück und Großserien schnell und zuverlässig. Dabei prüfen wir generell, inwiefern auf bestehende Bauteile oder Werkzeuge zugegriffen werden kann. Sie profitieren dabei von gesicherter Qualität mit hervorragendem Preis-Leistungsverhältnis.

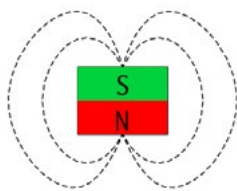
12 | Allgemeine Angaben

Magnetkräfte

Einige unserer Magnetsysteme sind eine Kombination von einem Dauermagnetkern zusammen mit einem Eisengehäuse. Durch verschiedene Möglichkeiten beim Zusammenführen können wir erhöhte Haftkräfte erzielen.

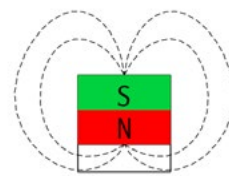
Welche Möglichkeiten es gibt, können Sie der folgenden Darstellung entnehmen. Dabei gilt die Haftkraft des Magnetkerns als Referenz für die nachfolgenden Möglichkeiten:

Magnetkern



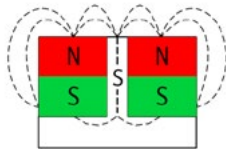
Faktor 1

Magnetkern mit Eisenrückschluss



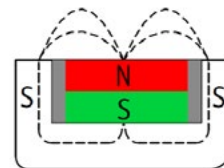
ca. Faktor 1,3

Magnetkern mit Eisenrückschluss und Mittelpol



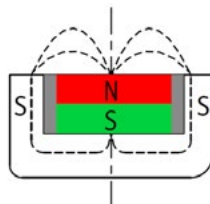
ca. Faktor 4,5

Magnetkern in U-Form Eisen



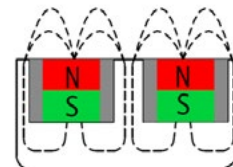
ca. Faktor 5,5

Magnetkern in Eisen-Rundgehäuse
(Flachgreifer)



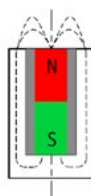
ca. Faktor 6

Ringmagnet in Eisengehäuse mit Mittelpol



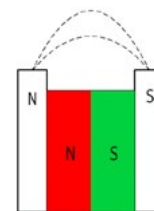
ca. Faktor 7

Magnetstab aus AlNiCo in Eisen-Rundgehäuse
(Topfsystem)



ca. Faktor 7,5

Magnetkern mit Polschuhen



ca. Faktor 16

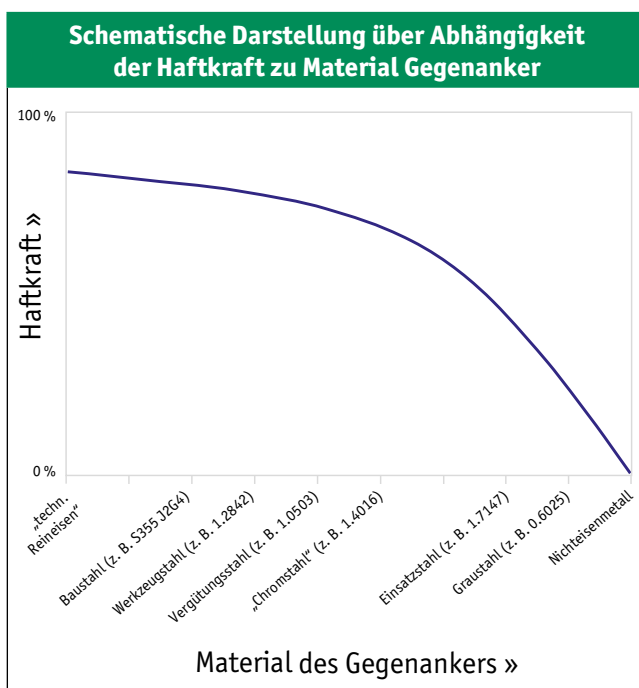
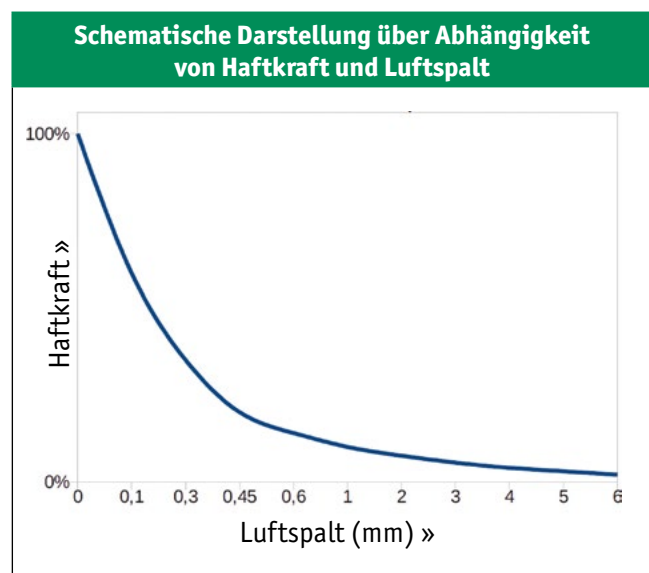
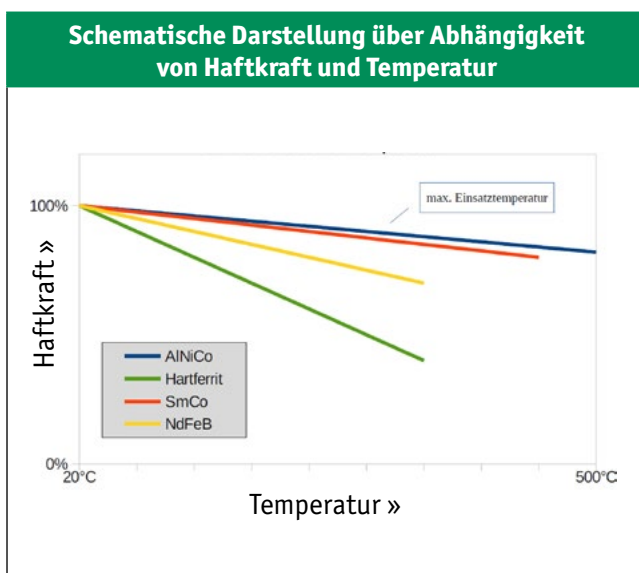
12 | Allgemeine Angaben

Zu unseren Standardsystemen

Temperatur und Haftkraft

Bitte beachten Sie die jeweiligen Temperaturangaben für die maximale Einsatztemperatur unserer Magnet-systeme. Generell reduziert sich bei jeder Magnetlegierung die Haftkraft der Systeme mit steigender Temperatur. Die im Katalog angegebene max. Einsatztemperatur gibt die Temperatur an, bis zu der die Systeme eingesetzt werden können, ohne dass diese Schaden nehmen können. Wird diese Grenze überschritten, wirkt sich dies auf Kunststoffe, Kleber und/oder auf die Magnetkraft aus.

Die folgenden Schaubilder stellen die Abhängigkeit der Haftkraft zur Temperatur, sowie zu anderen Einfluss-faktoren wie Luftspalt und Gegenanker dar:



12 | Allgemeine Angaben

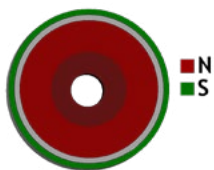
Zu unseren Standardsystemen

Oberflächenschutz

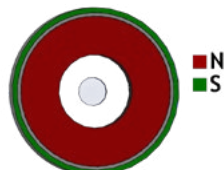
Die Stahlteile werden standardmäßig galvanisch verzinkt und anschließend blau passiviert.
Die Magnete werden galvanisch glanzvernickelt.

Magnetisierung

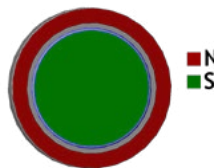
Alle von uns gelieferten Magnetsysteme werden immer mit derselben Magnetisierung gefertigt, d.h., dass die Anordnung der Pole auf der Haftfläche je Legierung immer gleich ist.



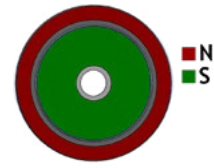
HF/AlNiCo



HF/AlNiCo



NdFeB/SmCo



NdFeB/SmCo

12 | Magnetische Werkstoffe

Magnetische Werkstoffe unserer Magnetsysteme

Neodym-Eisen-Bor (NdFeB)

Legierung aus Neodym, Eisen und Bor mit der Zusammensetzung $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$.

NdFeB Magnete besitzen eine Härte von 560-580HV und sind weniger spröde als Legierungen aus HF und SmCo. Das Material kann mit Diamantwerkzeugen und Draht- und Senkerodieren bearbeitet werden. Aufgrund der starken Oxidation im Rohzustand, werden Sie überwiegend vernickelt oder verzinkt angeboten. NdFeB Magnete weisen eine sehr hohe Energiedichte auf, sodass bei max. Sättigung sehr hohe Haftkräfte erzielt werden können. Je nach Zusammensetzung der Legierung sind sie in Temperaturbereichen von -40°C bis $+200^\circ\text{C}^*$ einsetzbar.

Samarium-Cobalt (SmCo)

Legierung des Seltenerdmetalls Samarium (Sm) mit dem Metall Cobalt (Co).

Legierungsstrukturen: SmCo_5 (ohne Eisenanteil), $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ (mit 20–25 % Eisenanteil)

Diese Magnete besitzen eine Härte von 500-700 HV und sind dadurch spröde. Sie können mit Diamantwerkzeugen und Draht- und Senkerodieren bearbeitet werden. Aufgrund des hohen Cobalt Gehalts sind sie teurer als andere Magnetwerkstoffe. SmCo Magnete oxidieren nur leicht, und weisen eine gute Chemikalienbeständigkeit auf. Durch eine hohe Energiedichte (ca. 30–40% weniger als NdFeB Magnete) können bei max. Sättigung hohe Haftkräfte erzielt werden. Sie sind in Temperaturbereichen von -40°C bis $+350^\circ\text{C}^*$ einsetzbar. Kleinere Risse im Magnetmaterial haben keinen Einfluss auf die Haftkraft.

AlNiCo

Legierungen aus Aluminium, Eisen, Nickel, Kupfer und Cobalt.

Daraus werden Permanentmagnete durch Gusstechniken oder Sintern hergestellt.

Diese Magnete besitzen eine Härte von 510 HV und können mit Diamantwerkzeugen (schleifen, bohren), Draht- und Senkerodieren, Wasserstrahlschneiden, Hartdrehen und Hartfräsen bearbeitet werden. Magnete aus AlNiCo müssen aufgrund ihrer magnetischen Eigenschaften eine große Länge in Magnetisierungsrichtung aufweisen, um als offene Magnete eine gute Entmagnetisierungsbeständigkeit zu haben. AlNiCo Magnete sind sehr temperaturbeständig und in Bereichen von -270°C bis $+450^\circ\text{C}^*$ einsetzbar.

Hartmagnetische Ferrite (HF)

werden aus Eisenoxid und Strontiumcarbonat hergestellt. Strontium-Ferrite Zusammensetzung: $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$

Diese Magnete besitzen eine Härte von 480-580 HV und können mit Diamantwerkzeug, sowie Wasserstrahlschneiden bearbeitet werden. Im Vergleich zu den Seltenerd magneten weisen Ferrite eine deutlich geringere magnetische Energiedichte auf. Diese Rohstoffe sind in großen Mengen vorhanden und deshalb sehr preiswert. Absplitterungen an scharfen Kanten der Ferrite sind insofern erlaubt, als dass die ursprüngliche Form des Magneten und somit seine Funktion noch gegeben sind. Sind zu 100% einwandfreie Kanten erforderlich, muss dies explizit angegeben werden. Kleinere Risse im Magnetmaterial haben keinen Einfluss auf die Haftkraft. Magnete aus HF können isotrop (keine Vorzugsrichtung der Elementarteilchen → niedrigere Haftwirkung) oder anisotrop (Elementarteile sind vorzugsgerichtet → höhere Haftwirkung) sein. HF Magnete können in Temperaturbereichen von -40°C bis $+250^\circ\text{C}^*$ eingesetzt werden. Das Material ist hart und spröde, eine Bearbeitung ist nur mit Diamantwerkzeugen möglich. Weiterhin ist HF unempfindlich gegen Oxidation und Witterungseinflüssen und weist eine gute Chemikalienbeständigkeit auf.

* Die maximale Einsatztemperatur ist jedoch unterschiedlich und hängt entscheidend von der eigentlichen Legierung, vom Anwendungsbereich, den verbundenen Materialien, sowie von der Geometrie des Magneten ab. Genaue Angaben zum Temperaturbereich Ihres Magnetsystems entnehmen Sie bitte unserem Produktkatalog oder erfahren Sie gerne bei einem persönlichen Gespräch.

12 | Magnetische Werkstoffe

Geschichte der Magnetfertigung

	Magnetit (Magneisenstein)	AlNiCo	Hartferrit	Samarium Kobalt	Neodym Eisen Bor
ENTDECKUNG	Nutzung bereits seit dem 11. Jahrhundert v. Chr.	1935	1950	1960	1980
VERFAHRENSPROZESS	Mineral (Eisenerz) Entstehung auf natürliche Art	Giessen oder Sintern	Sintern oder Spritzen	Sintern	Sintern oder Spritzen
VORTEILE		<ul style="list-style-type: none"> » Hohe thermische Stabilität (bis 550 °C) » Hohe Remanenz 	<ul style="list-style-type: none"> » Sehr gutes Kostenenergieverhältnis 	<ul style="list-style-type: none"> » Sehr hohe Energie » Gute thermische Stabilität (bis 350 °C) 	<ul style="list-style-type: none"> » Die höchste Energie » Sehr gutes Kostenenergieverhältnis
NACHTEILE		<ul style="list-style-type: none"> » Niedrige Energie » Schlechtes Kostenenergieverhältnis » Entmagnetisierungsrisiken in aufgemachten Kreisen 	<ul style="list-style-type: none"> » Niedrige Remanenz und Energie » Schlechtes Temperaturverhältnis (bis 250 °C) 	<ul style="list-style-type: none"> » Teuer » Zerknirschlich 	<ul style="list-style-type: none"> » Schlechtes Temperaturverhältnis (bis 200 °C) » Muss gegen Korrosion beschichtet werden » Zerknirschlich
ANWENDUNGSBEREICHE		<ul style="list-style-type: none"> » Hohe Temperaturen » thermische Stabilität 	<ul style="list-style-type: none"> » Industrielle Anwendungen mit großen Mengen ohne Gewichoptimierung (Auto) 	<ul style="list-style-type: none"> » Industrielle Anwendungen mit Gewichoptimierung und gute thermische Stabilität (Flugzeugindustrie) 	<ul style="list-style-type: none"> » Führende Magnetwerkstoffe auf dem Markt

12 | Magnetische Werkstoffe

Die Entmagnetisierungskurve

Die Entmagnetisierungskurve

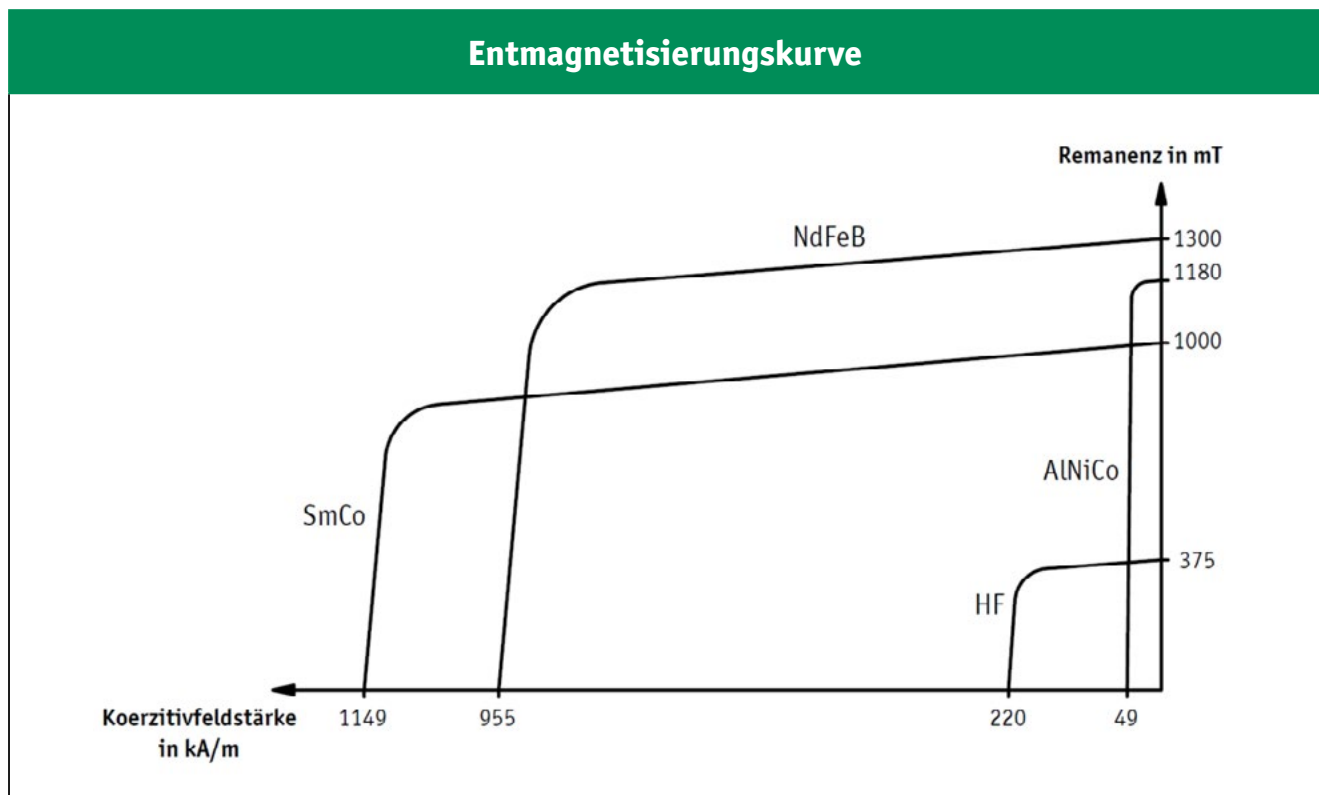
Im zweiten Quadranten der Hysterese von permanentmagnetischen Materialien werden die unten dargestellten Entmagnetisierungskurven abgebildet. Diese zeigen die Unterschiede zwischen Neodym-Eisen-Bor, Samarium-Co-balt, Aluminium-Nickel-Cobalt und Hartferrit Magneten auf, welche wir in unseren Magnetsystemen verwenden.

Die Remanenz B ist dabei das Maß für die magnetische Induktion, welche nach der Magnetisierung im Magnet verbleibt.

Die Koerzitivfeldstärke H_c beschreibt die notwendige magnetische Feldstärke, die nötig ist um die magnetische Induktion im Magnet verschwinden zu lassen. Das passiert wenn ein Permanentmagnet in ein umgekehrt polarisiertes Magnetfeld mit einer Koerzitivfeldstärke H_c eingebracht wird.

Vereinfacht kann man sagen:

- » Umso größer die Remanenz, umso stärker ist der Magnet
- » Umso größer die Koerzitivfeldstärke, umso stabiler ist der Magnet



12 | Magnetische Werkstoffe

Typische Kennzahlen

Hartferrit

Material	Remanenz Br (min) – (Typ)		Reversibler Temperatur-Koeffizient von Br %/°C	Koerzitivfeldstärke HcB (min) – (Typ)		Koerzitivfeldstärke HcJ (min) – (Typ)		Reversibler Temperatur-Koeffizient von HcJ %/°C	Maximales Energieprodukt (B-H) max (min) – (Typ)		Dichte ca. g/cm ³	Maximale Betriebstemperatur* °C
	mT	mT		kA/m	kA/m	kA/m	kA/m		kJ/m ³	kJ/m ³		
HF 8/22	215	220	-0,19	>135	140	220	230	+0,3	8	8,5	4,8	<250
HF 24/23	350	365	-0,19	>210	220	230	240	+0,3	24	25,5	4,8	<250
HF 26/22	370	390	-0,2	>210	220	220	230	+0,3	25,5	29	4,8	<250
HF 26/24	370	380	-0,19	>220	230	240	250	+0,3	26	27	4,8	<250
HF 28/16	390	400	-0,19	>160	170	160	170	+0,3	28	30	5,0	<250
HF 28/26	385	395	-0,19	>240	255	260	275	+0,3	28	30	4,85	<250

Neodym-Eisen-Bor (NdFeB)

Material	Remanenz Br (min) – (Typ)		Reversibler Temperatur-Koeffizient von Br %/°C	Koerzitivfeldstärke HcB (min) – (Typ)		Koerzitivfeldstärke HcJ (min) – (Typ)		Reversibler Temperatur-Koeffizient von HcJ %/°C	Maximales Energieprodukt (B-H) max (min) – (Typ)		Dichte ca. g/cm ³	Maximale Betriebstemperatur* °C
	mT	mT		kA/m	kA/m	kA/m	kA/m		kJ/m ³	kJ/m ³		
N35 263/95	1170	1210	-0,12	>868		>955		-0,7	263	287	7,6	<80
N40 302/95	1250	1280	-0,12	>907		>955		-0,7	302	326	7,6	<80
N48 366/95	1380	1420	-0,12	>923		>955		-0,7	366	390	7,6	<80
N35H 263/135	1170	1220	-0,12	>868		>1353		-0,7	263	287	7,6	<120
N45SH 342/160	1320	1380	-0,12	>1003		>1592		-0,7	342	366	7,6	<150

Samarium-Cobalt (SmCo)

Material	Remanenz Br (min) – (Typ)		Reversibler Temperatur-Koeffizient von Br %/°C	Koerzitivfeldstärke HcB (min) – (Typ)		Koerzitivfeldstärke HcJ (min) – (Typ)		Reversibler Temperatur-Koeffizient von HcJ %/°C	Maximales Energieprodukt (B-H) max (min) – (Typ)		Dichte ca. g/cm ³	Maximale Betriebstemperatur* °C
	mT	mT		kA/m	kA/m	kA/m	kA/m		kJ/m ³	kJ/m ³		
RCS20 151/120	850	950	-0,04	>637		>1194		-0,3	151	175	8,3	<250
RCS24 175/120	830	1000	-0,03	>661		>1194		-0,2	175	199	8,4	<350
RCS26H 191/200	1000	1060	-0,03	>677		>1990		-0,2	191	215	8,4	<350

Aluminium-Nickel-Cobalt (AlNiCo)

Material	Remanenz Br (min) – (Typ)		Reversibler Temperatur-Koeffizient von Br %/°C	Koerzitivfeldstärke HcB (min) – (Typ)		Koerzitivfeldstärke HcJ (min) – (Typ)		Reversibler Temperatur-Koeffizient von HcJ %/°C	Maximales Energieprodukt (B-H) max (min) – (Typ)		Dichte ca. g/cm ³	Maximale Betriebstemperatur* °C
	mT	mT		kA/m	kA/m	kA/m	kA/m		kJ/m ³	kJ/m ³		
ANC5 37/5	1180	0	-0,02	>48		>49		-0,05	37	0	7,3	<550

Beispiel NdFeb N40 302/95:

302 = Mindestwert für max. Energieprodukt, hier 302 kJ/m³

95 = 1/10 des Mindestwertes der Koerzitivfeldstärke HcJ, hier 955 kA/m

* Die maximale Betriebstemperatur hängt auch von der Geometrie (Verhältnis von „Höhe zu Durchmesser“) der Magnete ab, sie kann kleiner sein.

12 | Magnetische Begriffe

Wissenswertes über Magnete

Anisotrop

In der Struktur bezogen auf die Raumrichtungen ungleich. Für Magnete bedeutet dies, dass bei der Herstellung ein starkes Magnetfeld angelegt und damit eine Vorrichtung der „Elementarmagnete“ erreicht wird. Bei der späteren Magnetisierung mit Feldrichtung in Vorrichtungssachse erhält man für die magnetischen Werte bessere Ergebnisse als in andere Raumrichtungen.

Isotrop

In der Struktur bezogen auf die Raumrichtungen gleich. Für Magnete bedeutet dies, dass keine der Raumrichtungen bei der Magnetisierung in Richtung einer bestimmten Achse bevorzugt ist.

Vorzugsrichtung

Ausrichtung der magnetischen Kristalle in eine bestimmte Richtung.

Dauermagnet

Ein Dauermagnet (Permanentmagnet) ist ein Magnet, welcher ein statisches Magnetfeld zeigt und behält.

Einsatztemperatur

Die Einsatztemperatur, gibt die Temperatur an, bis zu der Magnete eingesetzt werden können. Generell reduziert sich die Haftkraft der Magnetsysteme mit höherer Temperatur. Eine starke Erwärmung (Temperatur steigt über die sogenannte Curie-Temperatur) führt zur irreversiblen Entmagnetisierung.

Luftspalt

Raum oder Abstand zwischen zwei gegenüberliegenden Flächen eines Magneten oder Magnetsystems und wiederum eines Magneten oder Magnetsystems oder eines magnetisierbaren Gegenstandes. Der Raum zwischen den Flächen muss aus nicht magnetisierbarem Material bestehen.

Magnetismus

Beim Magnetismus handelt es sich um ein physikalisches Phänomen, einem Teilgebiet des Elektromagnetismus als einem der vier Grundkräfte der Physik. Beschrieben wird der Magnetismus mit Hilfe des Magnetfeldes H und der magnetischen Flussdichte B . Magnetismus entsteht durch bewegte elektrische Ladungen bzw. durch magnetische (Bahndreh-) Momente sowie Eigendrehmomente (Spin) von Elektronen. Magnetismus äußert sich in einer durch das Magnetfeld vermittelten Kraft, ausgehend von magnetischen Objekten (wie zum Beispiel Dauermagneten) oder auf diese wirkend (wie zum Beispiel Eisen).

Magnetisieren

Durch ein Magnetfeld werden die Elementarmagnetteilchen ausgerichtet. Das Objekt wird dadurch magnetisch.

Magnetsystem

Verbund eines Magneten mit anderen Komponenten (aus Metall und/oder Kunststoff).

Seltene Erden (SE)

zählen zu den Metallen, bzw. der 14 chemischen Elemente im Periodensystem, welche auf das Lanthan folgen, die Lanthanoide, sowie Scandium und Yttrium. Zu den leichten Seltenen Erden (Cer-Gruppe) gehört das Neodym.

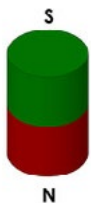
12 | Magnetisierungsarten

Übersicht

Die jeweilige Art der Magnetisierung richtet sich nach dem gewünschten Einsatz, der Bauform und dem Material der verwendeten Magnete. So lassen sich z.B. mit verschiedenen Magnetisierungsarten bei ansonsten gleicher Bauform Unterschiede in der Beziehung Haftkraft - Luftspalt erzielen.

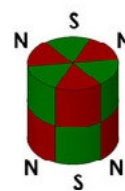
Ebenfalls eine Rolle spielt der verwendete Rohmagnet. Handelt es sich um ein anisotropes Exemplar, kommen im allgemeinen die ersten vier der hier genannten Magnetisierungsarten zum Tragen. Im Falle eines isotropen Magneten werden in aller Regel die beiden letztgenannten Magnetisierungsarten zum Einsatz kommen.

Axial



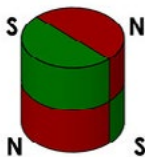
Axial magnetisiert
Anisotrop

Axial sektorenförmig



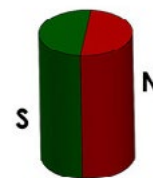
Axial sektorenförmig magnetisiert
Anisotrop

Zweipolig



Zweipolig magnetisiert
Anisotrop

Diametral



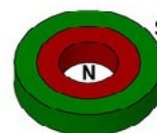
Diametral magnetisiert
Anisotrop

Mehrpolig



Mehrpolig flächenmagnetisiert
Isotrop

Radial



Radial magnetisiert
Isotrop

12 | Handhabungs-Hinweise

Beim Umgang mit Magneten sollten Sie folgendes beachten:



Verarbeitung von Magneten:

Die anziehenden oder abstoßenden Kräfte der Magnete sind eine mögliche Gefahrenquelle. Selbst aus großen Abständen können sich Magnete anziehen oder abstoßen - es besteht Verletzungsgefahr.

Magnete sind hart, spröde und splintern beim Zusammenprallen in scharfkantige Teile. Jeder Zusammenprall sollte deshalb vermieden werden. Durch die großen anziehenden Kräfte kann die Haut gequetscht werden. Wir empfehlen deshalb mit geeigneten Schutzmaßnahmen zu arbeiten!



Anwendung von Magneten:

Magnete sollten nicht in explosionsgefährdeter Umgebung eingebaut werden, weil sie Funken auslösen können.

Starke Magnetfelder können elektrische bzw. elektronische Geräte beeinflussen. Dies gilt auch für Herzschrittmacher.

Nachteilige Auswirkungen durch Magnetfelder auf den menschlichen Körper sind uns nicht bekannt.



Transport von Magneten:

Magnete gelten nicht als Gefahrgut, wenn der Transport auf dem Land- bzw. Seeweg erfolgt. Bei Luftfrachtsendungen verweisen wir auf die Verpackungsvorschrift für Gefahrgüter Nr. 953 der IATA (International Air Transport Association).

Beim Versand mittels Paketdienst können die Magnete bei unsachgemäßer Verpackung zu Problemen führen. Es könnten beispielsweise Güter (elektronische Geräte, Chipkarten) in anderen Paketen beeinflusst werden oder Störungen an den Sortieranlagen des Paketdienstes verursachen. Das Paket könnte auch an metallischen Gegenständen auf dem Transportweg haften bleiben.

12 | Kontakt

Unsere Kompetenz



Wir bieten Ihnen INNOVATIVE,
MAGNETISCHE LÖSUNGEN,
die speziell auf IHREN ANWENDUNGSBEREICH
zugeschnitten sind.

Gerne sind wir Ihnen bei Ihrer PROBLEMLÖSUNG behilflich
und stehen Ihnen als KOMPETENTER ANSPRECHPARTNER zur Verfügung.

Sie erreichen uns:

Adresse **Brugger GmbH**
Magnetsysteme
Gewerbstraße 23
78739 Hardt

Telefon +49 7422 9519-0
Telefax +49 7422 9519-22
Web www.brugger-magnet.de
Mail info@brugger-magnet.de

Unsere Geschäftszeiten:

Montag - Donnerstag 08:00 Uhr - 17:00 Uhr
Freitag 08:00 Uhr - 15:00 Uhr