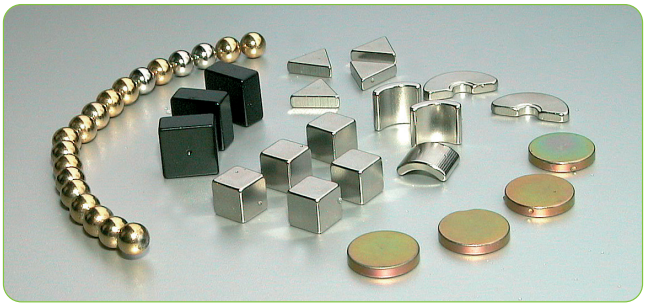
Permanent-Magnete werden für unterschiedlichste Anwendungen in allen Bereichen verwendet. Je nach Anforderung sind der optimale Rohmagnet und die richtige Oberflächenbeschichtung auszuwählen.
Motoren, Generatoren, Sensoren - fast alles, das sich bewegt, beruht auf Magnetismus!



Folgende Magnetwerkstoffe werden in der Industrie verwendet:

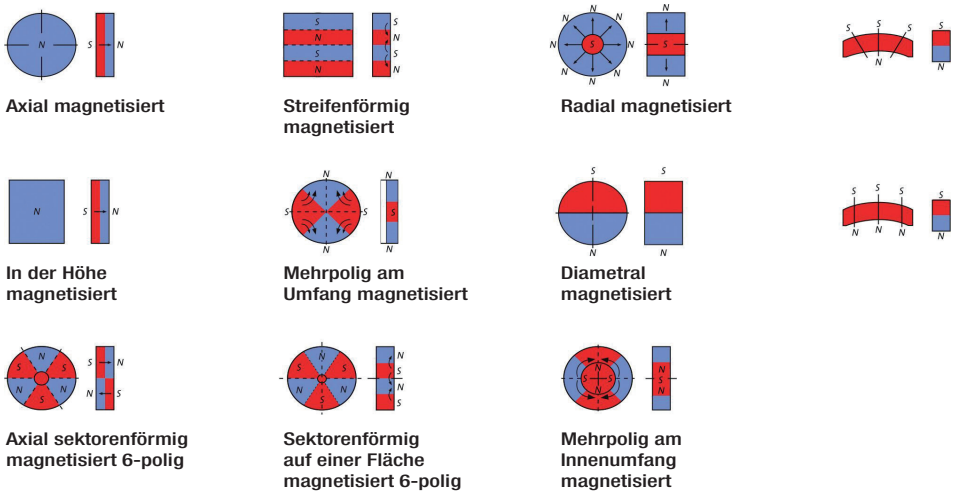
1. NdFeB
ist das stärkste, handelsübliche Permanent-Magnetische Material.
Hauptlegierungsbestandteile sind Neodym, Ferrit und Bor.
Sein BH max. ist 10mal höher als bei Ferritmagneten. Es ist extrem hartmagnetisch - also unanfällig gegen ungewolltes Entmagnetisieren.
Die höchst mögliche Arbeitstemperatur für NdFeB beträgt 230°C.
NDFEB Magnete sind sehr korrosionsanfällig und werden daher in der Regel beschichtet.

2. Ferritmagnete
Hauptlegierungsbestandeile sind Ferrit, Strontium und Barium.
Ferritmagnete erreichen nur vergleichsweise geringe Magnetkräfte, haben aber die Vorteile, sehr kostengünstig zu sein. Sie sind nicht korrosionsanfällig und können bei Umgebungstemperaturen bis zu 400° eingesetzt werden.
Ferritmagnete sind die am meisten verwendeten Magnete.

3. SmCo
Hauptlegierungsbestandteile sind Samarium und Cobalt
Durch die begrenzten Vorkommen an Samarium und Cobalt sind SmCo Magnete
sehr teuer. SmCo Magnete erreichen sehr hohe Magnetkräfte, nur etwa 20% geringer als die NDFEB Magnete.
Sehr vorteilhaft ist die gute Temperaturbeständigkeit. Die Umgebungstemperaturen bis zu 300°C erlauben eine verlässliche Koerzitivfeldstärke, und eine sehr geringe Korrosionsanfälligkeit. Als nachteilig sind die spröde Struktur und die schlechte mechanische Bearbeitbarkeit zu erwähnen.

4. AlNiCo
Hauptlegierungsbestandteile sind Aluminium, Nickel und Cobalt.
AlNiCo-Magnete (Aluminium-Nickel-Kobalt) sind die ältesten technisch angewendeten Permanentmagnete.
Sie erreichen gute magnetische Haltekräfte ca. 30% von NDFEB Magneten, und können bei Umgebungstemperaturen bis 550° C eingesetzt werden.
AlNiCO Magnete sind extrem hart und spröde und aufgrund des Cobalt Anteiles relativ teuer.

Magnetisierungsrichtungen



NDFEB Magnete

Neodym Magnete höchster Qualität bieten wir Ihnen in den Qualitäten N35 - N55, für Arbeitstemperaturbereiche bis 230° C an.
Anbei einige Beispiele der magnetischen Parameter für Magnete im Arbeitstemperaturbereich bis 80°C.
Für weiter Infos fragen Sie bitte nach unserem ND-Katalog.

Typ	Br T (kGS) Max.	Br T (kGS) Min.	Hcb kA/m kOe	Hcj kA/m kOe	BH max. kJ/m³ MGOe Max.	BH max. kJ/m³ MGOe Min.	Temperatur (°C)
N54	1,5 15	1,47 14,7	<835 <10,4	<875 <11,0	430 54	410 51,5	<70
N52	1,48 14,8	1,44 14,4	<876 <11,0	<955 <12,0	414 52	394 49,5	<80
N50	1,45 14,05	1,41 14,1	<876 <11,0	<955 <12,0	398 50	382 48	<80
N48	1,42 14,2	1,36 13,6	<876 <11,0	<955 <12,0	382 48	358 45	<80
N45	1,37 13,7	1,33 13,3	<876 <11,0	<955 <12,0	358 45	334 42	<80
N42	1,33 13,3	1,29 12,9	<876 <11,0	<955 <12,0	334 42	318 40	<80
N40	1,29 12,9	1,26 12,6	<876 <11,0	<955 <12,0	318 40	303 38	<80
N38	1,26 12,6	1,22 12,2	<876 <11,0	<955 <12,0	303 38	287 36	<80
N35	1,22 12,2	1,17 11,7	<876 <11,0	<955 <12,0	287 36	263 33	<80

NDFEB Magnete

Neodym Magnete müssen zum Schutz gegen Korrosion oberflächenbehandelt werden.
In der Regel werden die Magnete beschichtet. Speziell für Motormagnete empfiehlt sich aber auch das Verfahren der Passivierung durch Wärmebehandlung.
Die gängigsten Beschichtungen sind Nickel, Zink und Epoxidharz. Die Beschichtungen haben folgende Eigenschaften.

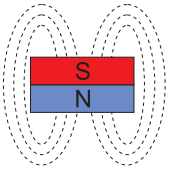
Beschichtungsart	Beschichtungsdicke	Farbe	Temperatur	Salzsprühtest	Pressure Cooker Test	Bewertung
Nickel	10 - 30 µm	helles silber	< 200 °C	> 96 h	> 48 h	Guter Schutz gegen Korrossion, auch bei höheren Temperaturen. Hohe Sicherheit gegen Abrieb der Beschichtung
Zink	5 - 10 µm	dunkles silber	< 160 °C	> 48 h	0	Genügt für Einbauan-wendungen in einer wenig agressiven Umgebungen
Epoxidharz	10 - 30 µm	dunkles grau	< 120 °C	> 500 h	0	Bester Schutz gegen Kor-rossion, schlechter Schutz gegen Abrieb der Beschich-tung.

NdFeB Magnetwerkstoffe werden in einem Press-Sinterverfahren hergestellt und nach dem Sintervorgang mechanisch bearbeitet, um die gewünschte Form herzustellen.
Seltenerdenmagnete sind sehr spröde und nicht leicht zu bearbeiten. Je höher die maximale Arbeitstemperatur des Werkstoffes liegt, umso spröder ist das Material.
In der Nachfolgenden Tabelle finden Sie die physikalischen Eigenschaften von NdFeB Standardmaterial:

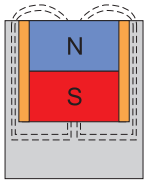
Zeichen	Parameter	Einheit	Standard Werte
(Tc)	Curie-Temperatur	°C	310 - 380
(Tw)	max. Arbeitstemperatur	°C	80 - 230
(HV)	Härte	HV	620
(p)	elektrischer Widerstand	Ω Ohm	180 - 200
(D)	Dichte	g/cm³	7.45 - 7.65
(µ rec)	Rückstoß Durchlässigkeit		1.05
(Hs)	Magnetfeldstärke	kOe kA/m	>30 >2400
(ßBZ)	Biegebruchfestigkeit	MPa	295 - 345
(Br)	Temp. Faktor Br	%/°C	-0.11 ~ -0.12
(Hcj)	Temp. Faktor Hcj	%/°C	-0.5 ~ -0.7

EINBAUHINWEISE für Permanent Magnete

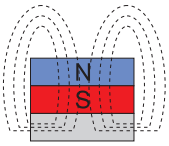
Eisenpole können eine höhere Kraftliniendichte im magnetischen Kreis bewirken. Dies führt zu einer erheblich verbesserten Haftwirkung, da sich der magnetische Fluss umleiten und auf die Haftfläche konzentrieren lässt. Ein ungefährer Erhöhungsfaktor für die Hebeleistung ist in den abgebildeten Skizzen angegeben.



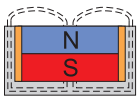
Offener Magnetkern als Scheibe oder Stab ohne Beeinflussung durch Eisenpole 100%



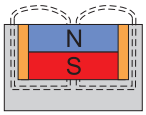
Magnetstab aus AlNiCo in Eisenbuchse 750%



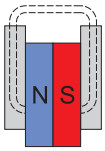
Mit Eisenrückschlussplatte 130%



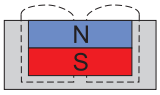
Magnetplatte im U-Winkel aus Eisen 550%



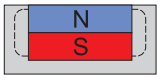
Magnetscheibe im Eisentopf 600%



Sandwich-Anordnung aus einer Magnetplatte zwischen 2 Flacheisenpolen 1800%



Unmagnetisierbarer Werkstoff



Magnetisierbarer Werkstoff

Einbau von Magnetkernen:
Ein magnetischer Kurzschluss entsteht, wenn die beiden Magnetpole durch Eisen verbunden werden. Verbindungen sollten deshalb aus unmagnetisierbaren Materialien wie Messing oder Edelstahl hergestellt werden.

Werkstoffabhängige Haltekraft

Material	Hebeleistung (%)
Unlegierter Stahl 0,1 - 0,3 % C	100
Unlegierter Stahl 0,4 - 0,5 % C	90
Legierter Stahl F-522	80 - 90
Grauguss	45 - 60
Edelstähle	0
Messing, Aluminium, Kupfer	0

Haltekraft bei entsprechenden Oberflächen

Oberfläche	Hebeleistung (%)
Rohstahl	50
Geschruppt	70
Geschlichtet	90
Geschliffen	100

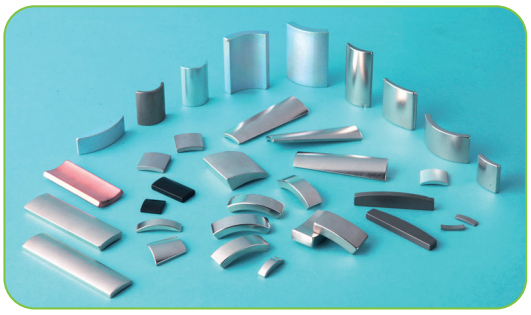
PERMANENT Rohmagnete

Ein wichtiges Qualitätsmerkmal für NdFeB Magnete ist ihre Maßhaltigkeit, da je nach Form manche Toleranzen nur sehr schwer einzuhalten sind. Sehen Sie, wenn möglich, bei der Konstruktion von unnötig engen Tolerierungen ab. Das wird Ihnen den Einbau der Magnete erleichtern.

Nachfolgend finden Sie unsere Standardtoleranzen für die gängigsten Magnetformen:

Abmessungen (mm) Blöcke	Toleranz (mm)	Parallelität (mm)
L ≤ 10	± 0,03	0,04
L 10 - 30	± 0,05	0,06
L 30 - 50	± 0,08	0,08
L ≥ 50	± 0,1	0,1

Abmessungen (mm) Scheiben	Toleranz (mm)	Parallelität (mm)
D ≤ 10	± 0,02	0,03
D 10 - 30	± 0,03	0,03
D ≥ 30	± 0,04	0,04

Abmessungen (mm) Ringe	Toleranz (mm)	koaxialität (mm)
d ≤ 10	± 0,04	0,06
d 10 - 30	± 0,05	0,06
d 30 - 50	± 0,06	0,08
d ≥ 50	± 0,08	0,1

Segmente	Abmessungen (mm)	Toleranz (mm)
Dicke	T ≤ 10	± 0,04
	T 10 - ≥ 30	± 0,05
Länge	L ≤ 10	± 0,03
	L 10 - 30	± 0,05
	L 30 - 50	± 0,08
	L ≥ 50	± 0,1
Sehnenlänge	W ≤ 10	± 0,05
	W ≥ 50	± 0,06