

Remanenter Magnetismus in Bauteilen

Inhalt	Seite
1 Anwendungsbereich	2
2 Verweisungen	2
3 Begriffe und Definitionen	2
4 Festlegungen und Prozesse	2
4.1 Allgemeines	2
4.2 Zulässige Remanenz	3
4.3 Remanenzprüfung	3
4.4 Entmagnetisierung	4
Anhang A (informativ) Restmagnetismus erzeugende Prozesse	5
Anhang B (informativ) Wirkungsweise einer passiven Abschirmkammer	5
Anhang C (informativ) Umrechnungstabelle für magnetische Maßeinheiten	6

Änderungen

2023-03-02:

Gegenüber RN 1567:2020-07-15 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Kap. 4.2: Werte zul. Remanenz angepasst
- b) redaktionell überarbeitet

Verantwortliche Abt.: PK	Erstellt von: M. Förste	Genehmigt von: siehe Lenkung	Techn. Referenz: C. Eschert	Seite: 1 / 6
-----------------------------	----------------------------	---------------------------------	--------------------------------	-----------------

1 Anwendungsbereich

Diese Werknorm gilt für Rohteile bzw. Bauteile aus ferromagnetischem Material (z.B. Eisen/Stahl). Diese Teile können, bedingt durch Kontakt mit externen Magnetfeldern, einen Restmagnetismus (Remanenz) aufweisen, der zu Partikelanhaftungen und damit zu Störungen in Prüf- und Produktionsprozessen sowie beim Betrieb des fertigen Produktes (Getriebe) führen kann.

Ziel dieser Norm ist es, eine ausreichend niedrige Remanenz für alle Bauteile sicherzustellen um derartige Störungen zu vermeiden.

2 Verweisungen

Für dieses Dokument gibt es keine normativen Verweisungen.

3 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

Magnetismus	Überbegriff für sämtliche Erscheinungen, die auf magnetische Kräfte zurückgeführt werden
Remanenz-Grenzwert	maximal zulässiger Remanenzwert, gemessen auf einer bestimmten Fläche des Rohteils bzw. Bauteils Er wird gebildet aus dem arithmetischen Mittelwert der fünf höchsten Messwerte auf einer Messlinie.
Remanenz, Restmagnetismus	Magnetisierung, welche nach Entfernen/Abschalten eines äußeren Magnetfeldes in einem ferromagnetischen Material verbleibt Der Zahlenwert der Remanenz gibt an, wie stark die Magnetisierung ist.

4 Festlegungen und Prozesse

4.1 Allgemeines

Magnetisch anhaftende Partikel bergen in Prüf- und Fertigungsprozessen und beim Betrieb von Getrieben ein großes Fehlerpotential:

- Gleit- und Wälzlager können frühzeitig ausfallen
- Bauteile können nicht passgenau montiert werden
- Ventile können durch Partikel in hydraulischen Steuerkanälen funktionell beeinträchtigt werden

Reinigungsverfahren allein können diese Partikel nicht prozesssicher entfernen.

Eine oberflächliche, feinpolige Remanenz kann außer durch den Einsatz magnetischer Hebe- und Spannmittel auch durch den Direktkontakt zu Werkzeugen, Aufnahmen und anderen Bauteilen mit erhöhter Remanenz auftreten.

Maßnahmen

- Nach allen Restmagnetismus erzeugenden Prozessen (vgl. Anhang A, ohne Anspruch auf Vollständigkeit) ist eine Entmagnetisierung durchzuführen. Die Remanenz ist anschließend stichprobenhaft zu prüfen.
- Rohteile bzw. Bauteile, bei denen eine zu hohe Remanenz festgestellt wurde, sind vor weiteren Fertigungsschritten bzw. vor dem Zusammenbau zu entmagnetisieren.
- Direktkontakt zwischen Bauteilen bei Transportvorgängen ist möglichst zu vermeiden (Gefahr von Remanenz-Hotspots).

4.2 Zulässige Remanenz

Tabelle 1 Remanenz-Grenzwerte für rotationssymmetrische Teile

Durchmesser D mm	zul. Remanenz A/cm ¹⁾
D ≤ 1000	6
1000 < D	7

- ① hohe Remanenzwerte sind an Ecken, Kanten und spitz zulaufenden Flächen ferromagnetischer Bauteile zu erwarten, auch lokale Hotspots auf glatten Flächen sind möglich

¹⁾ Umrechnungsfaktoren zwischen gebräuchlichen magnetischen Maßeinheiten siehe Anhang C

Zulässige Remanenz für allgemeine Körper (ohne rotationssymmetrische Teile): 6 A/cm

4.3 Remanenzprüfung

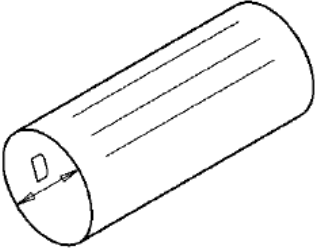
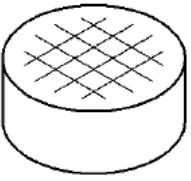
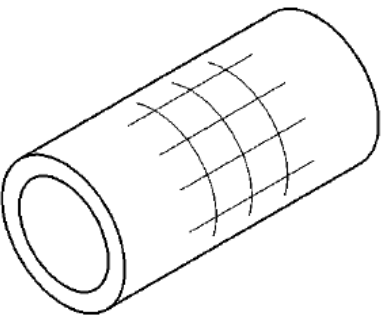
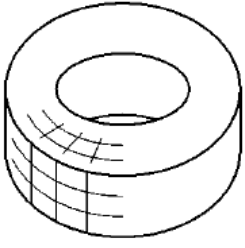
Im Allgemeinen gilt ein Bauteil als ausreichend entmagnetisiert, wenn eine an einem Faden aufgehängte, metallisch blanke Büroklammer vom Bauteil nicht mehr angezogen wird bzw. dort nicht magnetisch anhaftet.

Im Zweifelsfall oder auf Anforderung wird die Größe der Remanenz durch Messung mit einem Teslameter bestimmt.

Um aussagefähige und vergleichbare Messwerte zu erhalten sind folgende Spezifikationen zu beachten:

- anzugebende Einheiten: A/m oder A/cm (Umrechnung siehe Anhang C)
- Messung durch geeignetes Teslameter mit aktiver Transversalsonde, Linearitätsfehler < 0,2 % ($\pm 0,1$ mT) bei 20° C
- Messung möglichst ohne Einfluss induzierter Magnetfelder (externe Magnetfelder, Erdmagnetfeld), d.h. Abschirmung z. B. durch eine Null-Gauss-Kammer oder eine geeignete Stahlkonstruktion
- Restmagnetismus ist stark positionsabhängig und tritt nicht nur an Ecken und Kanten eines Bauteils auf, d.h. bei einer Messung soll möglichst die gesamte Oberfläche abgetastet werden
Messung in einem Linien- bzw. Kreuzraster
 - rotationssymmetrische Körper: vgl. Tabelle 2
 - allgemeine Körper: vgl. Tabelle 3, gerade Linien mit L = max. Abmessung der Prüffläche
- Messung durch qualifiziertes Personal

Tabelle 2 Prüfung des Restmagnetismus von rotationssymmetrischen Bauteilen

Typ	Raster je Fläche		Prüfumfang
1		Abtastung in Linienraster <u>Durchmesser</u> <u>Prüfbahnen</u> $D \leq 200$ 3 $200 < D \leq 500$ 4 $500 < D \leq 1000$ 6 $1000 < D$ 8	Abtastung über 360° der zylindrischen Oberfläche und auf beiden Stirnflächen
2		Abtastung jeweils in einem Kreuzraster über 360° auf der Mantelfläche und auf einer Stirnfläche	Abtastung über mindestens 180° auf der Mantelfläche und auf einer Stirnfläche
3a		Abtastung im Kreuzraster über 360° auf der äußeren Mantelfläche	Abtastung über 360° auf der äußeren Mantelfläche und auf beiden Stirnflächen
3b		Abtastung im Kreuzraster über 360° auf der äußeren Mantelfläche und auf einer Stirnfläche	Abtastung über 360° auf der äußeren Mantelfläche und auf einer Stirnfläche

Messlinien:

- Aufteilung in einzelne Messpunkte (MP), keine gleitende Messung
- Abstand von Körperkanten: ca. 10 mm, jedoch mindestens 1 Messlinie / Fläche

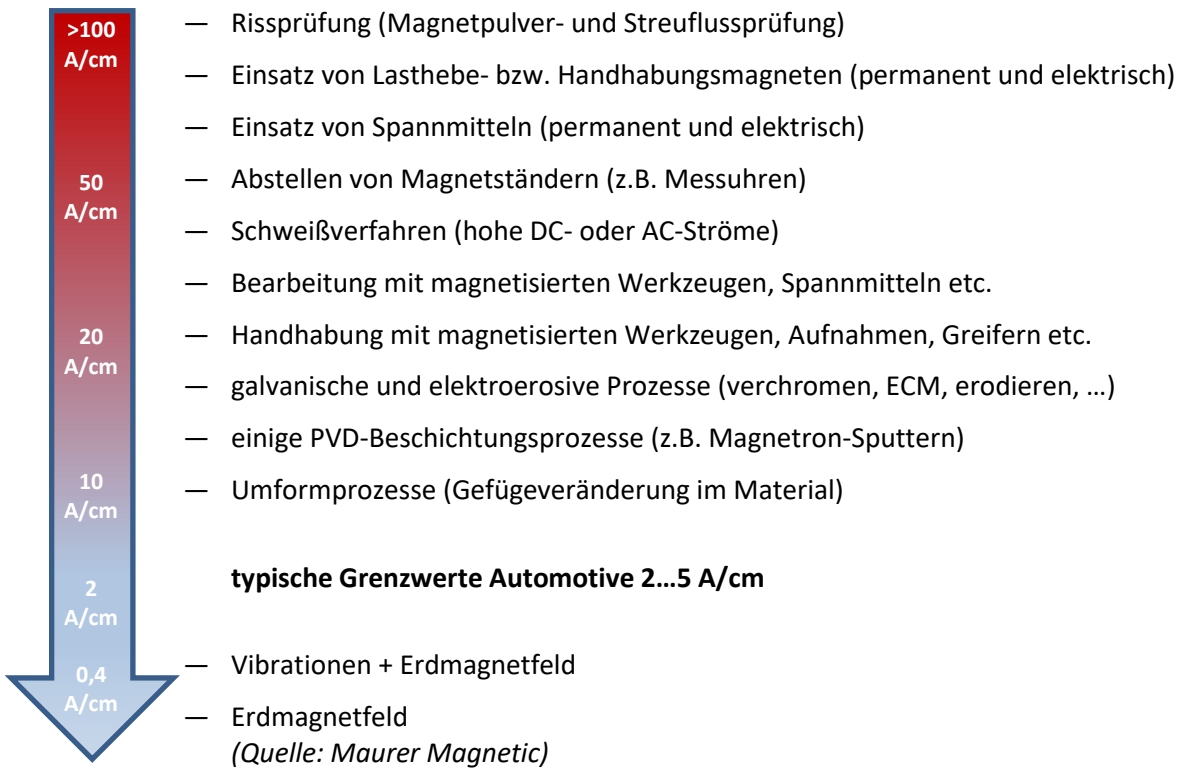
Tabelle 3 Messpunkte im Raster

gerade Linien	Messpunkte	kreisförmige Linien	Messpunkte
$L \leq 1000$	ca. 1 MP / 100 mm	$D \leq 200$	min. 1 MP / 120°
$1000 < L \leq 2000$	ca. 1 MP / 200 mm	$200 < D \leq 500$	min. 1 MP / 90°
$2000 < L$	ca. 1 MP / 300 mm	$500 < D \leq 1000$	1 MP / 60°
		$1000 < D$	1 MP / 45°

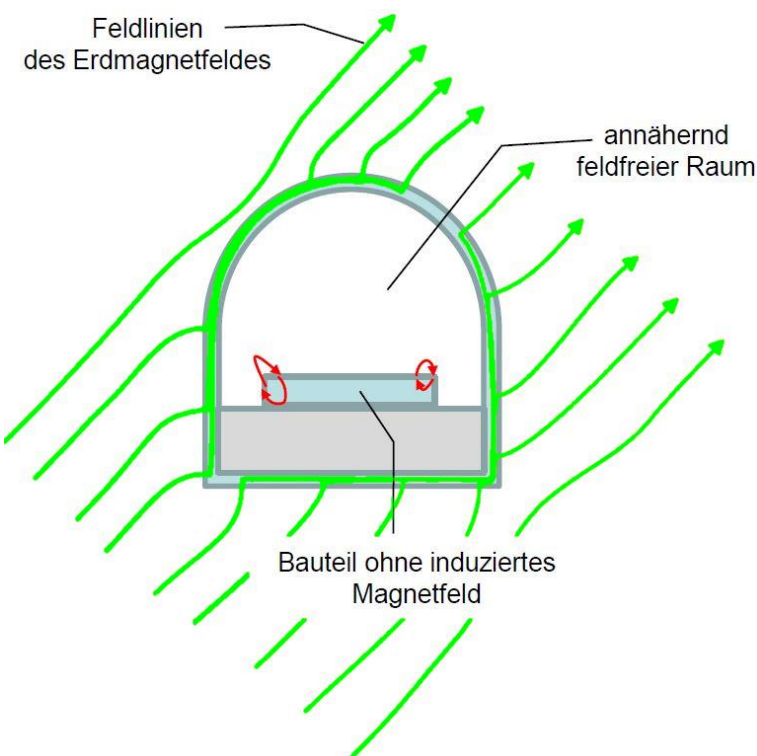
4.4 Entmagnetisierung

Rohteile bzw. Bauteile, die magnetisiert wurden, sind anschließend soweit zu entmagnetisieren, dass die zulässige Remanenz nicht mehr überschritten wird.

Anhang A
(informativ)
Restmagnetismus erzeugende Prozesse



Anhang B
(informativ)
Wirkungsweise einer passiven Abschirmkammer



Restmagnetismus-Messungen werden nicht mehr durch induzierte Magnetfelder beeinflusst, wenn die Messungen des Bauteils in einer vom Erdmagnetfeld (oder anderen Umgebungsfeldern) abgeschirmten Umgebung stattfinden.

Externe Magnetfelder werden in der Wand der Abschirmkammer abgeleitet und der Einfluss des Erdmagnetfeldes im Inneren der Kammer sinkt signifikant. Das reicht für reproduzierbare Messungen von Restmagnetismus.

(Quelle: Maurer Magnetic)

Anhang C

(informativ)

Umrechnungstabelle für magnetische Maßeinheiten

Einheit	A/cm	A/m	mT	Gauss
1 A/cm =	1	100	0,1256	1,256
1 A/m =	0,01	1	0,001256	0,01256
1 mT =	7,96	796	1	10
1 Gauss =	0,796	79,6	0,1	1

Literaturhinweise

Maurer Magnetic AG. (2016). *Restmagnetismus auf ferromagnetischen Werkstücken*. 8627 Grüningen / Schweiz

Remanenz. (16. April 2020). Von Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/Remanenz> abgerufen

Schmitt, D. P.-J. (2015). *Glossar Magnetismus von A-Z*. Abgerufen am 15. Jun 2020 von Webcraft GmbH: <https://www.supermagnete.de/magnetismus>