



Forschungsvereinigung
Antriebstechnik e.V.



FVA 594

Verfahrensanweisung Barkhausen

Stand: 11.02.2010



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Schlagwortverzeichnis, Definitionen	3
1 Zweck der Verfahrensanweisung	4
2 Anwendungsbereich.....	4
3 Grundlagen des Barkhausen-Verfahrens	4
4 Prüferqualifikation	6
5 Technische Ausrüstung	6
6 Prüfungsvorbereitung	6
7 Kontrolle des Messgerätes, Abgleich und Einstellung für die Prüfung	6
7.1 Kontrolle des Messgerätes, Abgleich an Referenzkörpern	6
7.2 Einstellung für die Prüfung	7
8 Mögliche Störgrößen und Einflussfaktoren auf das Prüfsignal	9
8.1 Äußere Störgrößen.....	9
8.2 Fertigungs-, Wärmebehandlungs- und Materialtoleranzen des Werkstücks.....	11
8.3 Gerätetechnische Einflüsse.....	12
8.4 Arbeiten mit Einstellteilen	12
9 Durchführung der Prüfung.....	12
10 Dokumentation.....	12
10.1 Prüfanweisung.....	12
10.2 Prüfbericht	13

Schlagwortverzeichnis, Definitionen

- Barkhausenrauschen
- Schleifbrand (Randzonenschädigung durch thermische oder mechanische Beeinflussung beim Schleifen)
- Anlasszone
- Neuhärtezone
- Eigenspannung
- Eindringtiefe, Analysiertiefe
- Einlaufeffekt
- Einstellteil
- Erdung
- Ferromagnetisch
- Gradient
- Härte
- Restmagnetismus
- Magnetisierungskurve
- Magnetisierungsstärke
- Geräteabgleich
- Geräteeinstellung
- Schmutz
- Sättigung
- Restaustenitgehalt
- Randoxidation
- Legierungsverarmung
- Rauheit
- Anzeige
- Referenzkörper (kann eine definiert hergestellte Laborprobe, ein Werkstück, ein Bauteil etc. sein. Dieser Referenzkörper muss qualifiziert und zertifiziert sein.)
- Zertifizierung

1 Zweck der Verfahrensweisung

Diese Verfahrensweisung dient zur Vereinheitlichung der vergleichenden Prüfmethode „Barkhausenrauschen“ zur Schleifprozesskontrolle. Sie dient dem Prüfer als Leitfaden zur korrekten Geräteeinstellung und Ausführung des Verfahrens.

2 Anwendungsbereich

- Diese Verfahrensweisung gilt für die Anwendung des Barkhausenrauschens auf *gehärteten (konventionell, einsatz-, flamm- oder induktiv gehärteten,) geschliffenen* Werkstücken aus Stahl mit einer Zielhärte von mindestens 55HRC.
- Das Barkhausen-Verfahren kann hauptsächlich zur Detektion z.B. von randnahen Gefügeänderungen wie Anlasszonen, Neuhärtezonen, Eigenspannungsveränderungen benutzt werden.
- Prüfung von bereits betriebenen Bauteilen ist nur nach Absprache mit der zuständigen Fachabteilung erlaubt. Es ist mit Veränderungen der Barkhausenanzeige durch Einlaufeffekte zu rechnen.
- Die Oberflächen müssen in „sauber“ geschliffenem Zustand vorliegen. Siehe auch Hinweis in Kapitel 8.

3 Grundlagen des Barkhausen-Verfahrens

(Unterteilung in praxisrelevante Punkte und weiterführende Angaben im Anhang)

Unter dem magnetischen Barkhausen-Effekt (auch Barkhausen-Sprünge oder Barkhausen-Rauschen) versteht man die diskontinuierliche Änderung der Magnetisierung von ferromagnetischen Werkstoffen, ausgelöst durch ein von außen angelegtes magnetisches Wechselfeld.

Ferromagnetische Werkstoffe bestehen u. a. aus mikroskopisch kleinen in unterschiedlichen Richtungen spontan magnetisierten Domänen, den sogenannten weisschen Bezirken. Die Größe dieser Bezirke erstreckt sich von ca. 10^{-6} bis 10^{-8} m, sie sind untereinander durch die sogenannten Bloch-Wände (Domänenwände) getrennt.

Wird ein ferromagnetischer Werkstoff durch ein Ferritjoch (Erregerspule) mit einem magnetischem Wechselfeld beaufschlagt (typische Frequenz: $f = 125$ Hz, Abb. 01), so wird ein Magnetisierungsvorgang ausgelöst, der zunächst zu reversiblen Verschiebungen der Bloch-Wände führt. Die Bloch-Wände springen dabei von Gitterfehler zu Gitterfehler. Bei höheren Feldstärken kommen irreversible Bloch-Wandverschiebungen hinzu, indem die magnetischen Momente ganzer Weisscher Bezirke auf einmal diskontinuierlich in Form kleiner Sprünge entsprechend der äußeren Magnetisierung umklappen. Diese Sprünge sind als kleine Treppen in der Magnetisierungskurve erkennbar (Abb. 02) und wurden erstmals 1919 von Heinrich Georg Barkhausen beschrieben (Barkhausen-Sprünge, Barkhausen-Rauschen).

Die beim magnetischen Barkhausen-Rauschen wiederum im Werkstoff induzierten Wirbelströme werden durch einen magnetinduktiven Aufnehmer (Empfängerspule, s. Abb. 01) als Messsignal in Form von elektrischen Spannungsimpulsen detektiert (s. Abb. 02 unten). Hierzu findet üblicherweise eine Filterung im Frequenzband 70 – 200 kHz und eine Verstärkung im Messgerät statt. Messtechnisch lassen sich mehrere Parameter des Barkhausen-Rauschens (Profilkurve) auswerten. Der ausgegebene Messparameter spiegelt in der Regel das maximale Rauschen (Noise-Burst) wieder. Die Ermittlung des Messparameters ist herstellerabhängig.

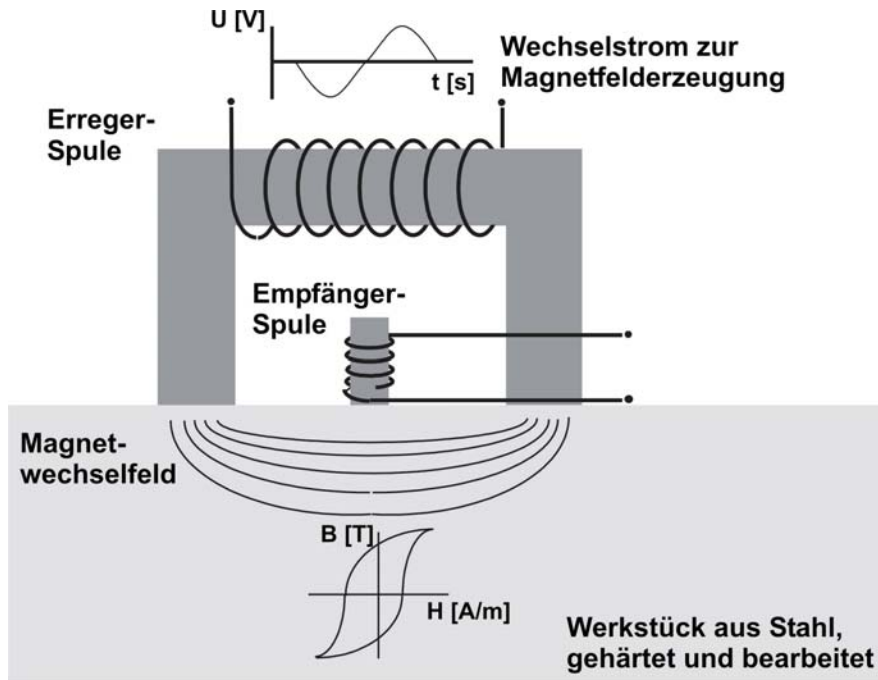


Abbildung 1. Schematischer Sensoraufbau des Barkhausen-Verfahrens.

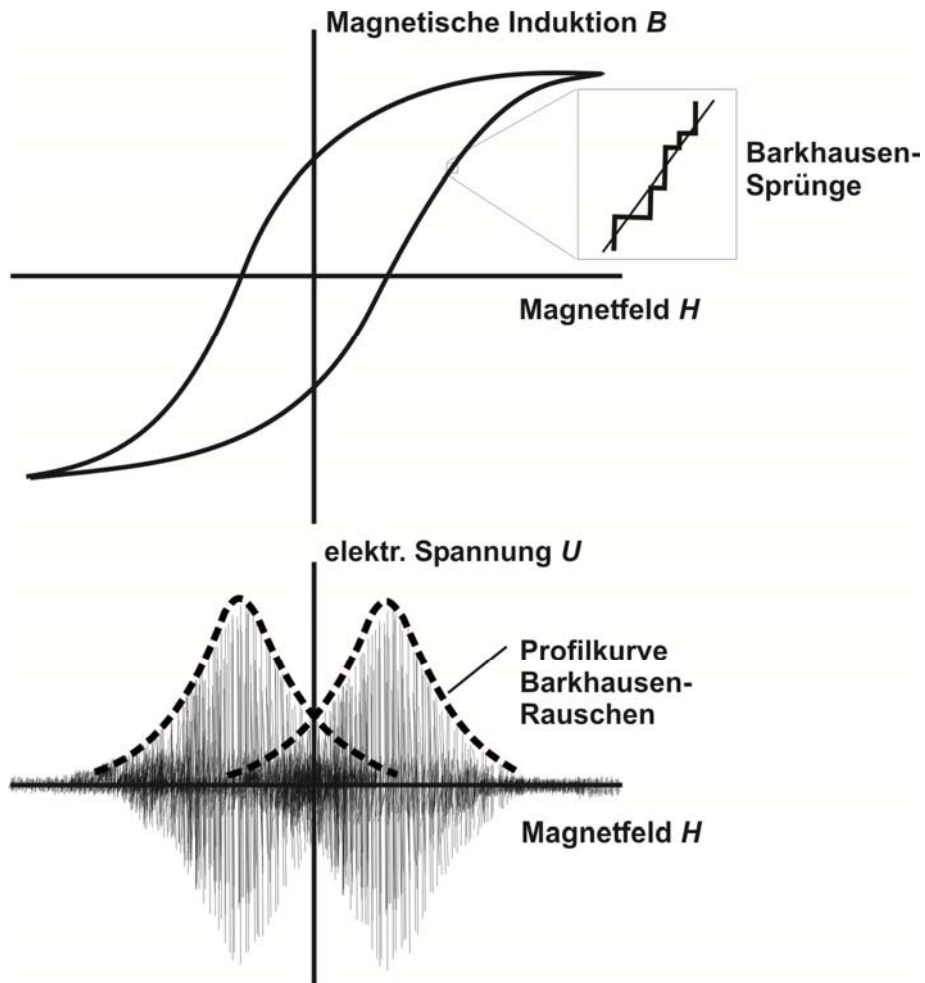


Abbildung 2. Magnetisierungskurve eines ferromagnetischen Werkstoffes (oben) und Barkhausen-Rauschen als Messsignal in Form von elektrischen Spannungsimpulsen (unten).

Das Messsignal ist stark abhängig vom Mikrogefüge- und Eigenspannungszustand des untersuchten Werkstückvolumens. Gitterstörungen (Änderungen im Kristallgitter wie Versetzungen, Fremdatome, Gefügeänderungen etc.) und innere mechanische Spannungen als Folge thermischer Werkstoffschädigung (Schleifbrand) führen u. a. zu einer veränderten Magnetisierbarkeit und damit veränderten Intensität des Messsignals. Die mikromagnetische Barkhausen-Rausch-Analyse stellt somit ein vergleichendes relatives Verfahren zur Schleifprozessprüfung dar.

Es gilt zu beachten, dass das Messsignal bei Vorliegen von stark richtungsgebundenen Eigenspannungen in der Randzone eines Werkstücks ebenfalls richtungsabhängig ist. Grundsätzlich wird die Sensorik so aufgesetzt, dass parallel zur Schleifrichtung magnetisiert wird. Ausnahmen sind möglich.

4 Prüferqualifikation

Die erforderliche Prüferqualifikation wird durch Teilnahme an Schulungen und das Ablegen von Prüfungen erzielt. (Grundlage für die Schulungen stellt der Barkhausen-Stoffplan dar.)

5 Technische Ausrüstung

Grundausrüstung stellen ein Messgerät mit Sensor und Verbindungskabel zur Erzeugung und Messung des Barkhausenrauschens dar.

6 Prüfungsvorbereitung

Die Geräteeinstellung wird aus dem Wissen über das Ziel der Prüfung und über das Prüfteil abgeleitet (siehe auch Kapitel 7 und Kapitel 8).

Eine Kontrolle der Prüfausrüstung ist vor und nach der Prüfung durchzuführen, gegebenenfalls auch während der Prüfung.

Der Oberflächenzustand des Prüfgutes kann das Prüfergebnis beeinflussen. Dies kann insbesondere betreffen:

- Schmutz
- Restmagnetismus
- Ablagerungen
- Oberflächen, die bereits im Einsatz beansprucht wurden
- Nichtleitende Schichten, besonders wenn deren Dicke schwankt
- Andere elektrische leitfähige Oberflächenschichten
- Schweißspritzer
- Öl, Fett oder Wasser

Sind solche Bedingungen nicht vermeidbar, so muss die Wirksamkeit der Prüfung nachgewiesen werden.

Bei manueller Prüfung ist auf eine gute Reproduzierbarkeit der Sensorführung, gute Zugänglichkeit und ermüdungsfreie Arbeitsweise zu achten, gegebenenfalls ist das Werkstück auf einer speziellen Vorrichtung zu platzieren.

7 Kontrolle des Messgerätes, Abgleich und Einstellung für die Prüfung

7.1 Kontrolle des Messgerätes, Abgleich an Referenzkörpern

Für die regelmäßige Kontrolle des Prüfgerätes und des Sensors müssen geeignete Referenzkörper benutzt werden. Die physikalischen Eigenschaften (Gefüge und

Eigenspannungen) der Referenzkörper sollten nach Möglichkeit konstant gehalten werden und sind im Zweifel einer Prüfung zu unterziehen. Als Minimum muss ein Referenzkörper mit hohem Barkhausenrauschen und einer mit niedrigem Barkhausenrauschen vorliegen. Eine Dokumentation der Kontrollergebnisse (Konstanz der Trennschärfe) ist zu führen.

Von der Ummagnetisierungsfrequenz hängt im Wesentlichen die Tiefeninformation ab. Üblicherweise wird zur Schleifprozessprüfung mit 125Hz Magnetisierungsfrequenz gearbeitet, Ausnahmen sind möglich. Gleiches gilt auch für den Filterfrequenzbereich. Üblicherweise wird zur Schleifprozessprüfung mit einem Filterbereich von 70-200kHz gearbeitet, Ausnahmen sind möglich.

7.2 Einstellung für die Prüfung

Zur Einstellung des Arbeitsbereiches für die Prüfung wird grundsätzlich die Magnetisierungsstärke in den Bereich der höchsten Steigung bzw. Wendepunkt im Magnetisierungsdurchlauf gelegt. Hierfür wird am zu prüfenden Werkstück die Magnetisierungskurve durchlaufen, siehe Abbildung 3. Liegen Gut- und Schlechtteile als Einstellteile vor, wird das Verfahren nach Abbildung 4 angewendet. Die gefundene Einstellung soll an mehreren Positionen am Umfang verteilt kontrolliert werden. Hiermit wird ein eventuelles, versehentliches Einstellen an einer Position mit lokal hoher Anzeige erkannt.

Ein Arbeiten im Sättigungsbereich des Sensors und des Werkstücks ist zu vermeiden, da hier die Trennschärfe für schleifbrandfreie und beschädigte Oberflächen abnimmt. Gleiches gilt für das Arbeiten mit zu geringer Magnetisierungsstärke.

HINWEIS: Die Einstellung der Magnetisierungsstärke hat direkten Einfluss auf das Prüfergebn. Ihre korrekte Einstellung ist abhängig von verschiedenen Größen, siehe Kapitel 8.

Die Betriebsanleitung des Barkhausen-Gerätes ist zu befolgen.

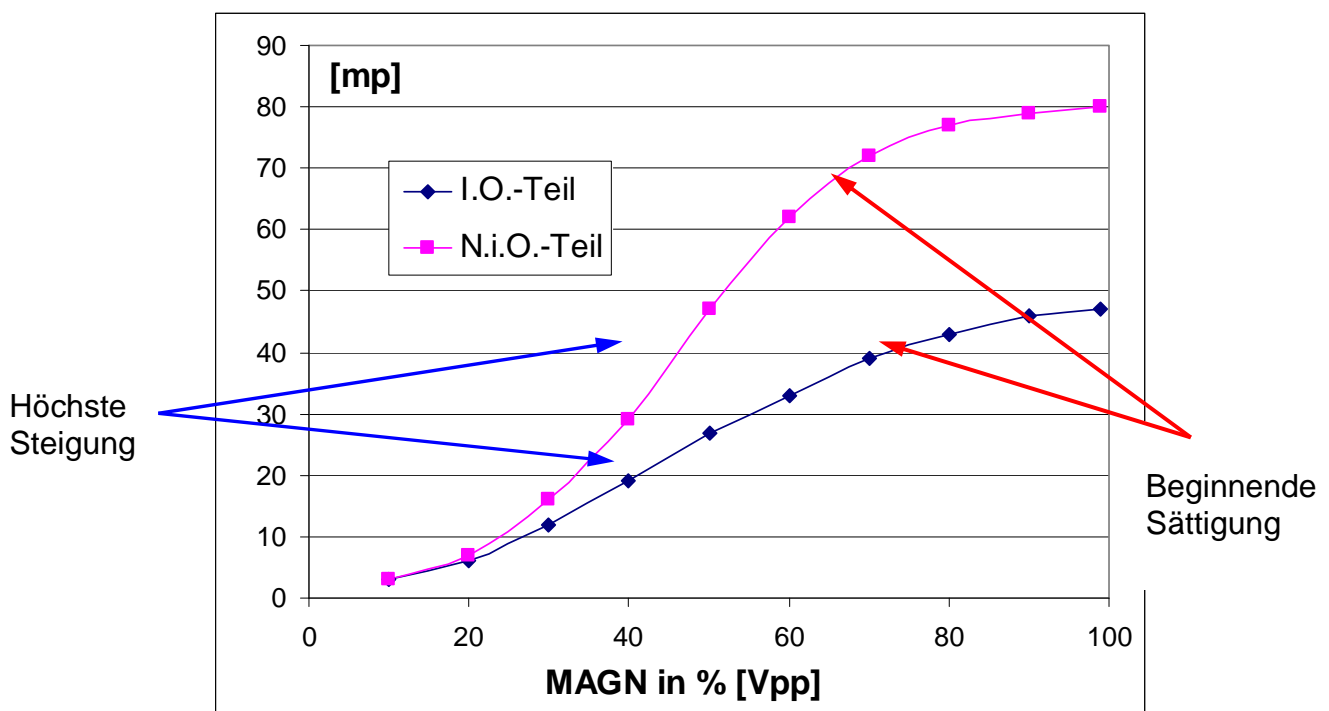


Abbildung 3.

Beispielwerte für i.-O-Teil im Vergleich zu n.i.O-Teil:

MAGN	mp i.O.-Teil	mp N.i.O.-Teil	Signal-verhältnis NiO/IO (*)
10	3	3	1,00
20	6	7	1,17
30	12	16	1,33
40	19	29	1,53
50	27	47	1,74
60	33	62	1,88
70	39	72	1,85
80	43	77	1,79
90	46	79	1,72
99	47	80	1,70

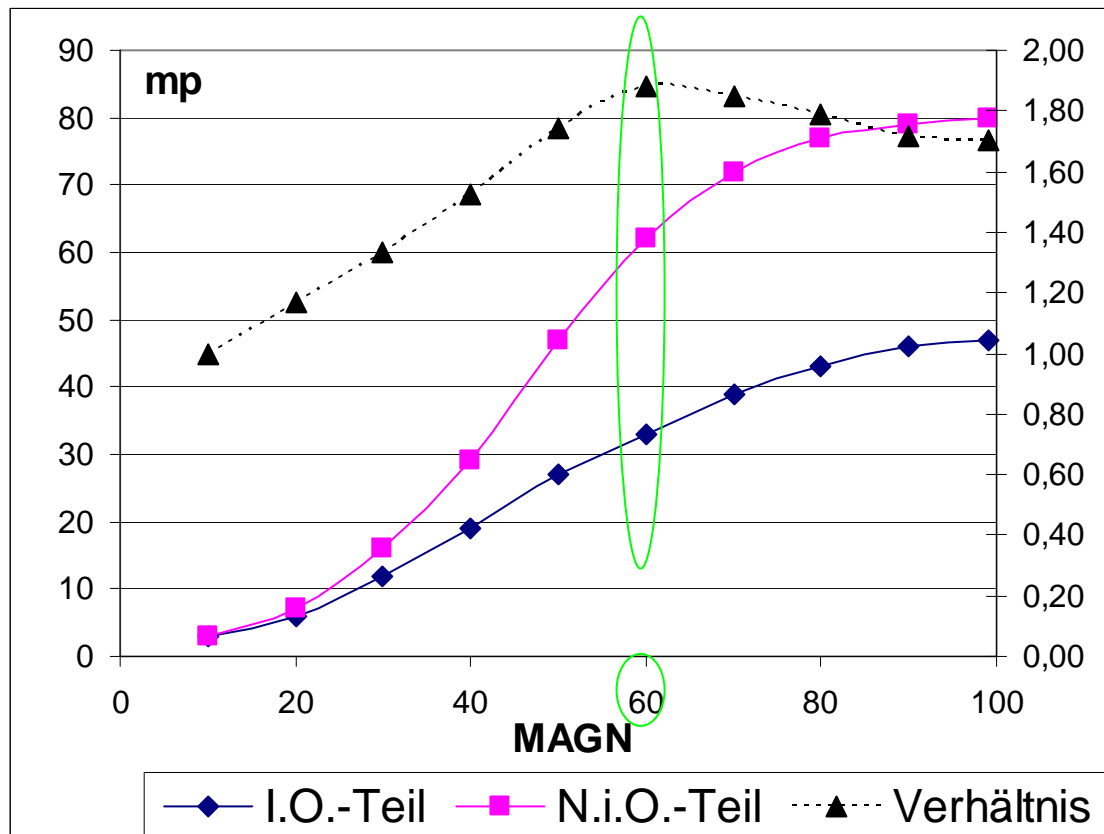


Abbildung 4.

Erläuterung Signalverhältnis:

Es definiert die Trennung zwischen gutem und schlechtem Teil. Die Magnetisierung wird an der Stelle des größten Signalverhältnisses eingeregelt. An den Kurven für das gute und das schlechte Teil kann getrennt der größte Gradient bei der Magnetisierungsermittlung bestimmt werden. Stehen nur gleichartige Teile zur Verfügung, läßt sich die optimale Magnetisierung durch Festellen des größten Gradienten ermitteln.

8 Mögliche Störgrößen und Einflussfaktoren auf das Prüfsignal

Da es sich beim Barkhausen-Verfahren um ein zerstörungsfreies, vergleichendes Verfahren handelt, gibt es eine Reihe von Einflussgrößen auf das Prüfsignal.

Es ist zu unterscheiden zwischen äußeren Störgrößen wie z.B. elektromagnetischen Einflüssen oder Schmutz, etc. und anderen Einflussfaktoren.

Anzeigen (abweichende Prüfsignale) können auch aus zulässigen Fertigungs-, Wärmebehandlungs- und Materialtoleranzen des Werkstücks herrühren, sind jedoch nicht einer thermischen Schädigung zuzuordnen.

Auch gerätetechnische Einflüsse auf das Prüfsignal sind zu berücksichtigen.

8.1 Äußere Störgrößen

Elektromagnetische Felder: Eine mögliche Störquelle stellen starke lokale elektromagnetische Felder dar, die z.B. von einem PC-Monitor oder einem Transformator stammen können. Hier muss durch Einhaltung eines Abstandes Sensor zu Störquelle dafür gesorgt werden, dass das Prüfsignal nicht beeinträchtigt wird. Der nötige Mindest-Abstand wird durch Beobachtung des Luftsignales am Barkhausen-Gerät und Annäherung an die Störquelle festgelegt.

Erdung: Eine Störungsquelle durch mangelhafte Erdung der Prüfteile kann in der Umgebung von starken elektromagnetischen Feldern (z.B. Steuerung einer Werkzeugmaschine) auftreten. In diesem Fall ist das Prüfteil auf gleiches Potential wie das Prüfgerät zu legen (Herstellen einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen Prüfteil und Erdungsbuchse am Barkhausen-Gerät).

Eine elektromagnetische Störquelle oder eine mangelhafte Erdung kann erkannt werden durch:

- a. Anschließen eines Oszilloskops am Barkhausen-Gerät. Elektromagnetische Einstreuungen sind durch unregelmäßige Signale erkennbar, siehe Abbildung 5 und 6.
- b. Vergleich des Luftsignales und des Prüfsignales auf dem Werkstück ohne Magnetisierung mit dem Prüfsignal auf dem Werkstück bei eingestellter Magnetisierung.

Bei beiden Prüfungen darf die Anzeige nicht höher als 50% der geringsten Anzeigen der Prüfung mit Magnetisierung auf den untersuchten Werkstücken sein.

Werden diese Störgrößen festgestellt, darf bis zur Beseitigung der Störquelle keine Prüfung ausgeführt werden.



Abbildung 5. Rollscan R300 Bildschirm.

Einwandfreies Barkhausensignal am Werkstück ohne Störgröße erkennbar an geringem Signalpegel bei den max. Amplituden der Magnetisierungsspannung. Die Intensität der Barkhausenrauschen-Impulse erreicht jeweils ihr Maximum beim Nulldurchgang der Sinus-Magnetisierungskurve.

Barkhausensignal mit Störeinfluss – über die gesamte Magnetisierungslinie sind Barkhausenimpulse zu erkennen.

Restmagnetismus: Ein zu hoher Restmagnetismus behindert die korrekte Ausbildung der Barkhausen-Impulse mit der Folge, dass ein zu geringes Prüfsignal angezeigt wird. Der max. zulässige Restmagnetismus im Prüfteil liegt bei 4A/cm, gemessen an der zu prüfenden Fläche. In Sonderfällen ist ein Restmagnetismus bis 8A/cm zulässig, die Wirksamkeit der Prüfung muss in diesem Fall nachgewiesen sein.



Abbildung 6. Rollscan R300 Bildschirm.

Schmutz auf dem Prüfteil: Staub und andere Partikel behindern die korrekte, wiederholbare Kontaktierung Sensor zu Prüfteil. Die Oberfläche des Werkstücks soll sauber sein. Ein partikelfreier und sauberer Ölfilm beeinflusst nicht das Prüfsignal, verbessert jedoch das Gleiten des Sensors und verringert den Sensorverschleiß.

Schmutz auf dem Sensor: Eine wiederholte Kontrolle des Luftsignals während der Prüfung soll ein gleich bleibendes Luftsignal ergeben. Steigt das Luftsignal über seinen Ausgangswert an, ist der Sensor auf Verschmutzung zu prüfen und gegebenenfalls zu reinigen.

8.2 Fertigungs-, Wärmebehandlungs- und Materialtoleranzen des Werkstücks

Unterschiedliche Fertigungsverfahren und Prozessparameter in der Hartfeinbearbeitung: Es werden unterschiedliche Eigenspannungstiefenverläufe induziert. Die Barkhausenwerte können sich unterscheiden.

Unterschiedlicher Abtrag durch die Hartfeinbearbeitung: Es kann z.B. durch Härteverzug an einem Bauteil unterschiedlich starker Abtrag durch die Hartfeinbearbeitung entstehen. Die Schwankungen in den Härteverlaufskurven (in der Regel Härteabfall über die Tiefe) führen zu unterschiedlichen Oberflächenhärten. Das Barkhausensignal steigt mit abfallender Härte.

Unterschiedlicher Zustand des Randschichtgefüges (Randoxidation, Randentkohlung, Abkohlung, Legierungsverarmung etc.): Diese Schichten sind je nach Wärmebehandlungsverfahren unterschiedlich stark ausgeprägt und sollten normalerweise durch die Hartfeinbearbeitung entfernt worden sein. Bei sehr geringem Abtrag sind diese Schichten nicht vollständig entfernt.

Die vorgenannten Effekte führen in der Regel zu einem Anstieg des Barkhausenwertes.

Unterschiedliche Wärmebehandlungsverfahren und deren Prozessparameter: Es werden unterschiedliche Gefüge- und Eigenspannungstiefenverläufe induziert. Die Barkhausenwerte können sich unterscheiden.

Wärmebehandlungscharge: Durch Toleranzen in der Wärmebehandlung hinsichtlich Härte, Restaustenit, Kohlenstoffgehalt ergeben sich Unterschiede im Barkhausensignal. Die Unterschiede zeigen sich gering im Vergleich zu den Anzeigen aus thermischen Schädigungen.

Restaustenitgehalt: Der Restaustenitgehalt darf nach gegenwärtigem Stand der Technik 40% Volumenanteil nicht überschreiten. Mit steigendem Restaustenitgehalt sinkt der Barkhausenwert.

Unterschiedliche Materialcharge: Schwankungen in der Materialcharge sind erkennbar. Die Unterschiede zeigen sich gering im Vergleich zu den Anzeigen aus thermischen Schädigungen.

Geometrieinfluss: Es dürfen nur geometrisch ähnliche Flächen miteinander direkt verglichen werden, also z.B. Zahnflanke Stirnrad mit Zahnflanke Stirnrad, Planfläche mit Planfläche etc. Die Oberflächengeometrie des Prüfteils hat Einfluss auf die magnetische Ankopplung mit dem Sensor und kann unterschiedliche Barkhausensignale hervorrufen.

Gratbildung: Eine Gratbildung an der zu prüfenden Fläche kann erhöhte Barkhausenwerte hervorrufen.

8.3 Gerätetechnische Einflüsse

Das Messgerät ist stets zusammen mit dem Sensor für den jeweiligen Einsatz einzustellen, da jeder Sensortyp durch unterschiedliche Form der Polstifte, unterschiedliche Spulensysteme etc. jeweils eine eigene Optimierung der Magnetisierungsstärke benötigt.

Die Sensorbauart muss auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmt sein, da verschiedene Sensorbauarten unterschiedliche Barkhausenwerte ergeben.

8.4 Arbeiten mit Einstellteilen

Wird mit Einstellteilen gearbeitet, muss der Werkstückzustand für Einstellteile und Produktionsteile stets untereinander vergleichbar sein.

- Prüfung mit Sensor gleichen Typs
- Gleiches Material (z.B. 18CrNiMo7-6)
- Vergleichbare Wärmebehandlung (Einsatzhärten mit Anlassen, Schwankung der Oberflächenhärte im Bereich von max. ca. +/-1,5 HRC)
- Gleiche mechanische Bearbeitung (z.B. Schleifen im Profilschliff-Verfahren mit CBN- oder Korund-Schleifscheiben, Bearbeitung in zwei Schritten mit Vorschleifen und Fertigschleifen). Weiteres Beispiel: Eine geschliffene Planfläche ist nicht mit einer Zahnflanke vergleichbar!
- Der Restaustenitgehalt darf zwischen Einstellteil und Prüfling maximal +/-12% unterschiedlich sein.
- Die Zeitstabilität der Eigenschaften des Einstellteils sind regelmäßig zu überprüfen und zu dokumentieren.

9 Durchführung der Prüfung

Bei der Prüfung muss mit Kontakt aller drei Polstifte der Sensorik zum Prüfling gearbeitet werden. Ein Kontaktmittel ist nicht notwendig.

Die geschliffenen Flächen werden im Scan-Verfahren (dynamisch) abgefahren. Eine Scangeschwindigkeit von ca. 50 bis 150mm/s ist empfohlen.

Führung der Sensorik: Die Sensorik ist so zu führen bzw. die Anlage an der Werkstückoberfläche so zu wählen, dass an der Kontaktstelle der höchste erreichbare Barkhausenrauschen-Wert erreicht wird. Zu flaches oder zu steiles Aufsetzen des Sensors reduziert unzulässig den Anzeigenwert.

10 Dokumentation

Die Dokumentation besteht aus der Prüfanweisung und dem Prüfbericht.

10.1 Prüfanweisung

Die allgemeinen Anforderungen für die Anwendung der Barkhausenprüftechnik an einem Prüfgut werden in Anwendungsdokumenten beschrieben, wie beispielsweise in

- einer Produktnorm
- einer Spezifikation
- einem Anwendungsregelwerk
- einer schriftlichen Vereinbarung.

Die Prüfanweisung wird von solchen Dokumenten abgeleitet und beschreibt alle wesentlichen Parameter und zu beachtenden Sicherheitsmaßnahmen. Dabei müssen folgende Punkte erfasst werden:

- Prüfaufgabe
- Beschreibung des Prüfgutes
- Anwendungsdokumente
- Qualifizierung und Zertifizierung des Prüfpersonals
- Prüfbereich
- Abtastmuster
- Oberflächenzustand
- Umweltaspekte
- Referenzkörperpaar
- Prüfanordnung (Arbeitsplatz)
- Intervalle der Kontrollen an Prüfgerät und Sensoren
- Anforderungen für die Signalauswertung
- Beschreibung und Ablaufplan der Prüfung
- Inhalt des Prüfberichtes

Vor der Festlegung einer Prüfanweisung muss folgende Information teilweise oder vollständig verfügbar sein:

- Prüfaufgabe
- Angaben zum Prüfgut
- Lage der Prüfbereiche am Prüfgut
- Anforderungen an den Oberflächenzustand
- zulässige Beeinflussung der Prüfgutoberfläche durch den Prüfvorgang, die tolerierbar ist ohne die Eignung des Prüfgutes für seinen Anwendungszweck zu beeinflussen
- Abtastgrad
- Prüfempfindlichkeit
- Art des Nachweises der Prüfempfindlichkeit
- Zulässigkeitskriterien, falls vorgegeben
- Anforderungen an den Prüfbericht
- Qualifizierung des Prüfpersonals.

10.2 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss ausreichende Informationen enthalten, um eine Wiederholung der Prüfung zu ermöglichen.

Er muss mindestens folgende Punkte umfassen:

- a. Identifizierung der Hersteller
- b. Identifizierung des Prüfgutes
- c. Bezug zu Anwendungsdokumenten und zur Prüfanweisung
- d. Ausführungsblatt (oder äquivalentes) in der Fällen, wenn die Prüfanweisung eine Änderung des Prüfverfahrens, der Prüfausrüstung oder der Geräteeinstellung erlaubt.
- e. Identifizierung der Prüfausrüstung, insbesondere des Typs und der Fabrikationsnummer von Gerät und Sensoren
- f. Geräteeinstellung
- g. Identifizierung des verwendeten Referenzkörperpaares
- h. Ergebnis der Prüfung
- i. Jede Abweichung von der Prüfanweisung, die für die Prüfung verantwortliche organisatorische Einheit
- j. Name und Qualifizierung des Prüfers
- k. Unterschrift des Prüfers oder Name und Unterschrift einer anderen autorisierten Person
- l. Datum und Ort der Prüfung

Das Format eines Prüfberichtes muss zum Zeitpunkt der Anfrage oder der Bestellung vereinbart werden.

Published by



Forschungsvereinigung Antriebstechnik V.

fva-net.de



Stresstech Group

www.stresstechgroup.com