

6.2.3 Loch-/Spurscheiben 7

6.2.4 Ringe..... 7

6.2.5 Kegelräder 7

6.3 Qualitäts-/Güteklassen..... 8

7 Beschreibung von Anzeigen..... 9

8 Dokumentation..... 9

9 Abweichung 9

Anhang A Prozessbeschreibung Ultraschallprüfung (intern) Abschnitt 2

Lenkung..... Abschnitt 3

1 Anwendungsbereich

Diese Prüfanweisung regelt die Ultraschallprüfung von verschiedenen Bauteilen für hochbeanspruchte Getriebekomponenten im Geltungsbereich von DIN EN 10228-3 und SEP 1923.

Diese Prüfanweisung gilt für Mitarbeiter der REINTJES GmbH, Mitarbeiter von Fremdfirmen und Mitarbeiter von Prüffirmen, welche mit Ultraschallprüfungen an entsprechenden Teilen beauftragt werden. Die Prüfung ist durch qualifiziertes und zertifiziertes Prüfpersonal entsprechend der UT Stufe 2 bzw. soweit zulässig UT Stufe 1 gemäß DIN EN ISO 9712 durchzuführen. Bei Prüfungen außerhalb des Geltungsbereichs der DIN EN 10228-3 kann - nach Absprache mit der Qualitätssicherung von REINTJES - auf äquivalente Regelwerke zurückgegriffen werden. Eine namentliche Liste der Prüfer mit der geforderten Zertifizierung ist REINTJES zu übermitteln.

Phased-Array-Prüfungen werden in dieser Prüfanweisung nicht behandelt. Eine diesbezügliche Prüfung ist nach Rücksprache mit REINTJES und Vorlage aller zugehörigen Dokumente zur Prüfung möglich.

2 Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieser Werknorm erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Für alle nicht in dieser Werknorm behandelten Inhalte sind die genannten Normen in ihrer jeweils gültigen Ausgabe sowie die Vorgaben der jeweiligen Klassifikationsgesellschaften anzuwenden.

DIN EN 1330-2	Zerstörungsfreie Prüfung - Terminologie - Teil 2: Begriffe, die von allen zerstörungsfreien Prüfverfahren benutzt werden
DIN EN 10228-3	Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl - Teil 3: Ultraschallprüfung von Schmiedestücken aus ferritischem oder martensitischem Stahl
DIN EN 10308	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung von Stäben aus Stahl
DIN EN ISO 2400	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung - Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr. 1
DIN EN ISO 5577	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung - Terminologie
DIN EN ISO 7963	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung - Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr. 2
DIN EN ISO 9712	Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung
DIN EN ISO 16810	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung - Allgemeine Grundsätze
DIN EN ISO 16811	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung - Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung
DIN EN ISO 16827	Zerstörungsfreie Prüfung - Ultraschallprüfung - Beschreibung und Größenbestimmung von Inhomogenitäten
DIN EN ISO 22232-1	Zerstörungsfreie Prüfung - Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung - Teil 1: Prüfgeräte
DIN EN ISO 22232-2	Zerstörungsfreie Prüfung - Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung - Teil 2: Prüfköpfe
DIN EN ISO 22232-3	Zerstörungsfreie Prüfung - Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung - Teil 3: Komplette Prüfausrüstung
SEP 1923	Ultraschallprüfung von Schmiedestücken mit höheren Anforderungen, insbesondere für Bauteile in Turbinen- und Generatoranlagen

3 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe gem. DIN EN 1330-2 und DIN EN ISO 5577.

4 Oberflächenzustand

Die Koppelflächen müssen den für eine einwandfreie Ultraschallprüfdurchführung erforderlichen Zustand und die entsprechende Oberflächengüte nach DIN EN 10228-3 aufweisen.

Schmiederohe Teile können im Wasserbad geprüft werden. Eine Wasserbadprüfung ist im Abnahmeprüfzeugnis anzugeben.

5 Prüfanforderungen

5.1 Prüfgerät

Die eingesetzten Ultraschall-Prüfgeräte müssen den Anforderungen der DIN EN ISO 22232-1 entsprechen und eine gültige Kalibrierung aufweisen. Eine regelmäßige Überprüfung sowie Wartung der Geräte mindestens einmal im Jahr sind nachzuweisen.

5.2 Prüfköpfe

Die Ultraschallprüfung wird vorzugsweise mit 4 MHz-Longitudinalwellen-Senkrechtprüfköpfen und bei Bedarf mit Transversalwellen-Winkelprüfköpfen durchgeführt, wobei sich die Wahl der Prüfköpfe nach den geometrischen Verhältnissen richtet. Für die Prüfung des oberflächennahen Bereichs sind bevorzugt SE-Senkrechtprüfköpfe zu verwenden. Bei der Auswahl der Prüfköpfe ist darauf zu achten, dass der Durchmesser bzw. die Länge der Prüfkopfsohle kleiner ist als 1/10 des Durchmessers des Prüfobjekts (siehe DIN EN ISO 16811).

Die Prüfköpfe müssen den Anforderungen der DIN EN ISO 22232-2 entsprechen.

5.3 Kontrolle der Prüfeinrichtung

Zur Gerätejustierung, Überwachung der Gerätefunktion und der Prüfköpfe sind der Kalibrierkörper 1 nach DIN EN ISO 2400 und der Kalibrierkörper 2 nach DIN EN ISO 7963 zu verwenden.

5.4 Koppelmittel

Das Koppelmittel muss die Oberfläche des Prüfstücks gut benetzen und eine einwandfreie Ankopplung gewährleisten. Es darf außerdem keine korrosive Schädigung verursachen, sofern am bearbeiteten Bauteil gemessen wird. Für die Justierung und das Prüfen sind das gleiche Koppelmittel zu verwenden. Die jeweilige Chargennummer ist im Ultraschallprüfprotokoll zu dokumentieren, das Mindesthaltbarkeitsdatum auf dem jeweiligen Behälter ist vor Gebrauch zu prüfen.

5.5 Prüfsystem

Das Prüfsystem ist gemäß DIN EN ISO 22232-3 regelmäßig zu überprüfen und die Durchführung ist zu dokumentieren.

5.6 Prüfempfindlichkeit

Die Prüfempfindlichkeit muss ausreichend sein, um den Nachweis der kleinsten Inhomogenitäten sicherzustellen, die entsprechend den geforderten Registrier- bzw. Bewertungsschwellen für die jeweilige Qualitäts- oder Güteklasse festgelegt sind.

5.7 Beobachtungsschwelle

Alle Anzeigen, die 50 % der jeweiligen Registerschwelle (vgl. Kapitel 6.3) (alternativ 6 dB Verstärkungszuschlag) erreichen oder überschreiten, müssen bewertet werden.

6 Prüfumfang und geforderte Qualitäts-/Güteklassen

6.1 Prüfumfang

Es ist eine Rasterprüfung gemäß DIN EN 10228-3 Tabelle 3 von der Mantelfläche und je nach Geometrie des Bauteils von den Stirnflächen durchzuführen. Bauteile für schnelllaufende Anwendungen (Umfangsgeschwindigkeiten > 50 m/s) sind nach SEP 1923 zu 100 % zu prüfen.

In Tabelle 1 werden die betroffenen Produktgruppen von REINTJES genannt und gemäß DIN EN 10228-3 zugeordnet. Die Spalte „Prüfung“ entspricht Tabelle 3 in DIN EN 10228-3 und wird in den jeweils angegebenen Kapiteln weiter detailliert.

Tabelle 1 Prüfumfang der Produktgruppen

Kapitel	Produktgruppe	Herstellung	Prüfung		
6.2.1	Stabstahl	schmieden oder andere bei komplexen Formen		Durchmesser	Prüfbahnen
			Typ 1a	D ≤ 200 200 < D ≤ 500 500 < D ≤ 1000 D > 1000	2 bei 90° 3 bei 60° 4 bei 45° 6 bei 30°
			Typ 1b	Abtastung in einem Kreuzraster auf zwei zueinander senkrechten Prüfflächen	
	Typ 1c	gem. Bestellung			
6.2.2	Wellen	schmieden	wie Typ 1a bei Stabstahl		
6.2.3	Loch-/Spurscheiben	stauchen	3b und 3c: Abtastung im Kreuzraster über 360° auf der äußeren Mantelfläche und einer Stirnfläche		
6.2.4	Ringe	ringwalzen			
6.2.5	Kegelräder	stauchen			

6.2 Definition der Prüfzonen

Verwendete Abkürzungen:

D = Durchmesser

d_a = Ballendurchmesser

d_{fi} = innerer Fußkreisdurchmesser

d_i = Innendurchmesser

d_N = Nennmaß, Stabdurchmesser

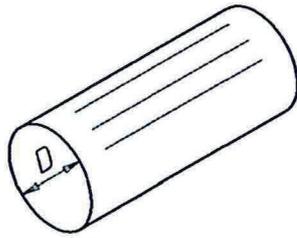
d_w = Schaftdurchmesser

EP = Einschallposition

m_n = mittleres Normalmodul

t = Dicke

6.2.1 Stabstahl



Normallaufende Anwendung:

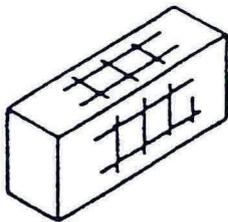
- Zone 1 = $D \geq 0,3 \times d_N$
- Zone 2 = $D < 0,3 \times d_N$
- Zone 3 = $0 < D \leq d_N$

Schnelllaufende Anwendung:

- Zone 1 = $D \geq 0,2 \times d_N$
- Zone 2 = $D < 0,2 \times d_N$

Abbildung 1 Stabstahl Typ 1a

Bei Stabstahl für Rotoren mit Umfangsgeschwindigkeiten > 50 m/s sowie Gesenkschmiedeteile aus 42CrMo4 gilt Zone 1 für den Bereich der Kraftübertragung und Zone 2 für den Kernquerschnitt. Zone 3 gilt für unbearbeiteten Stabstahl über den gesamten Durchmesser.



- Zone 1 = $t \leq 160$ (gesamte Dicke)
- Zone 2 = $160 < t \leq 180$ (Außen (2/3 t))
- Zone 3 = $160 < t \leq 180$ (Kern (1/3 t))

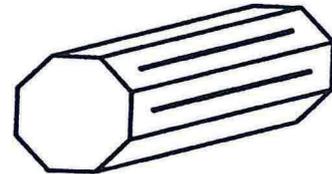
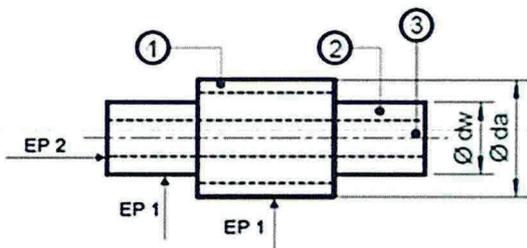


Abbildung 2 Stabstahl Typ 1b

Abbildung 3 Stabstahl Typ 1c

Bei $t > 180$ sind Prüfumfang und Qualitätsklasse in der Bestellung vorgegeben bzw. zwischen REINTJES und Auftragnehmer gesondert zu vereinbaren.

6.2.2 Wellen



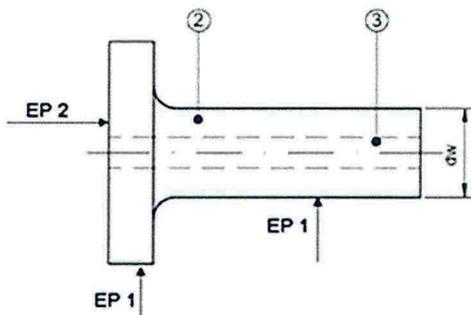
Normallaufende Anwendung:

- Zone 1 = $0,8 \times d_a$ bis d_a
- Zone 2 = $\geq 0,3 \times d_w$
- Zone 3 = $< 0,3 \times d_w$

Schnelllaufende Anwendung:

- Zone 1 = $0,8 \times d_a$ bis d_a
- Zone 2 = $\geq 0,2 \times d_w$
- Zone 3 = $< 0,2 \times d_w$

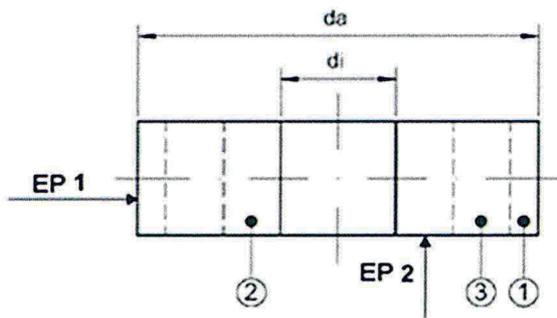
Abbildung 4 Ritzelwelle



- Zone 2 = $0,3 \times d_w$ bis d_w
- Zone 3 = $< 0,3 \times d_w$

Abbildung 5 Flanschelle/Gesenkwelle

6.2.3 Loch-/Spurscheiben



vorgedrehte Bauteile

Zone 1 = $0,8 \times d_a$ bis d_a

Zone 2 = d_i bis $2 \times d_i$

Zone 3 = $2 \times d_i$ bis $0,8 \times d_a$

Abbildung 6 Loch-/Spurscheibe

Konturvorgedrehte Scheiben sind vor dem Konturdrehen zu prüfen.

Für unbearbeitete Bauteile gilt für den gesamten Durchmesser d_i bis d_a Qualitätsklasse 3.

6.2.4 Ringe

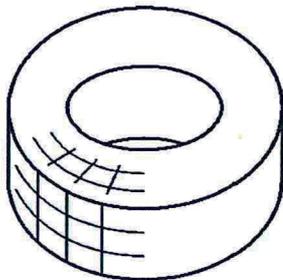
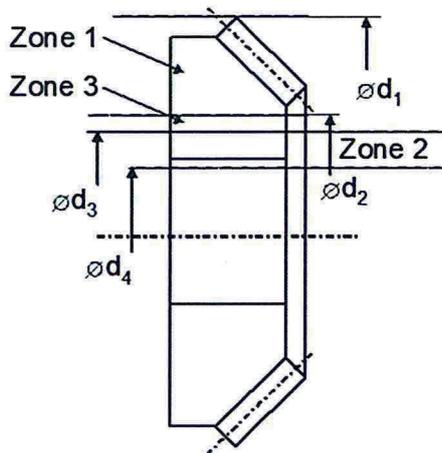


Abbildung 7 Ring

Für gewalzte, vorgedrehte Ringe gilt für den gesamten Durchmesser d_i bis d_a Qualitätsklasse 4.

Für unbearbeitete Ringe gilt für den gesamten Durchmesser d_i bis d_a Qualitätsklasse 3.

6.2.5 Kegelräder



Zone 1 = $d_1 - d_2$

Zone 2 = $d_3 - d_4$

Zone 3 = $d_2 - d_3$

$\varnothing d_1$ und $\varnothing d_4$ entsprechen den Vordrehmaßen; $\varnothing d_3 = 1,5 \times \varnothing d_4$; $\varnothing d_2 = d_{fi} - 3 \times m_n$

Soweit sich Bereiche überlappen, muss die Qualitätsklasse 4 für diese Bereiche angewendet werden.

6.3 Qualitäts-/Güteklassen

Tabelle 2 Qualitätsklassen, Registrier- und Zulässigkeitsgrenzen nach DIN EN 10228-3, Tabelle 5

Zone	Qualitätsklasse	Registriergrenze	Zulässigkeitsgrenze*
Zone 1 (Verzahnungsbereich) und Zone 2 (kraftübertragender Bereich)	4	> KSR 2 mm	≤ KSR 3 mm
Zone 3 (Kernzone / restliches Volumen)	3	> KSR 3 mm	≤ KSR 5 mm

*Für Inhomogenitäten mit Ausdehnung und Anhäufungen von Inhomogenitäten gilt gemäß DIN EN 10228-3 für Qualitätsklasse 3 ≤ KSR 3 mm und für Qualitätsklasse 4 ≤ KSR 2 mm.

Für Stabstahl, der für schnelllaufende Anwendungen vorgesehen und nach SEP 1923 zu prüfen ist gelten für Zone 1 Güteklasse 1a und für Zone 2 Güteklasse 2a bei EE+VE ohne Ausdehnung bzw. Güteklasse 2b bei EEL+VE mit Ausdehnung (siehe Abbildung 8).

Für Freiformschmiedewellen und Lochscheiben, die für schnelllaufende Anwendungen vorgesehen und nach SEP 1923 zu prüfen sind gelten für Zone 1 und Zone 2 Güteklasse 1a und für Zone 3 Güteklasse 2a bei EE+VE ohne Ausdehnung bzw. 2b bei EEL+VE mit Ausdehnung.

Tabelle 3 Echoformen bei der Ultraschallprüfung - Auszug aus SEP 1923, Tafel 2

Symbol	Echoform	A-Bild
EE und EEL	Einzelecho (ohne Ausdehnung) und Einzelecho mit Ausdehnung	
VE	viele Einzelechos	

Tafel 3. Güteklassen (Erläuterung der Abkürzungen siehe Tafel 2)
Table 3. Quality classes (explanation of abbreviations see Table 2)

Güteklasse Quality class	Echoform/Echohöhe Echo shape/echo height				Rückwand- echoabfall Backwall echo attenuation	ermittelte Reflektorlänge Ascertained reflector lengths
	EE + VE ohne Ausdehnung without expanse		EEL + VE mit Ausdehnung with expanse GA, GN, RZ			
	Registriergrenze Recording level	Entscheidungsggr. Acceptance level	Registriergrenze Recording level	Entscheidungsggr. Acceptance level	Entscheidungsgrenze Acceptance level	
	mm KSR mm DSR	mm KSR mm DSR	mm KSR mm DSR	mm KSR mm DSR	dB	mm
1a	1	2	alle Anzeigen ¹⁾ All indications ¹⁾	alle Anzeigen ¹⁾ All indications ¹⁾	4	10
1b	2	2	alle Anzeigen ¹⁾ All indications ¹⁾	alle Anzeigen ¹⁾ All indications ¹⁾	4	10
2a	1	3	alle Anzeigen ¹⁾ All indications ¹⁾	1	4	10
2b	3	3	1	1	4	10

Abbildung 8 Güteklassen - Auszug aus SEP 1923, Tafel 3

Eine Ultraschallprüfung im Wasserbad oder über einen Wasserspalt zwischen Prüfkopf und Bauteiloberfläche ist im bauteilbezogenen Abnahmeprüfzeugnis anzugeben.

7 Beschreibung von Anzeigen

Alle Anzeigen von Reflektoren, die die Registrierschwelle erreichen oder diese überschreiten, sind mit ihrer Echohöhe, ihrer Echoform, ihrer Echodynamik und ihrer räumlichen Verteilung zu beschreiben. Ferner sind etwaige Rückwandechoschwächungen und Signal-Rausch-Abstände < 6 dB zu registrieren (DIN EN ISO 16827).

Die Bewertung von Anzeigen erfolgt aufgrund der Echoamplitude des Reflektors nach der AVG-Methode, wobei die Ersatzreflektorgröße als Durchmesser des äquivalenten Kreisscheibenreflektors (KSR) in mm anzugeben ist.

8 Dokumentation

Die durchgeführten Prüfungen, die Prüfergebnisse und die Bewertungen sind vollständig durch einen UT-Stufe 2 Prüfer zu dokumentieren. Registrierpflichtige Anzeigen sind mit einer reproduzierbaren Vermaßung zu protokollieren. Hierfür ist ein Bauteilkoordinatensystem zu definieren. Der Nullpunkt und die Zählrichtung dieses Systems sind auf dem Bauteil bleibend zu markieren.

9 Abweichung

In bestimmten Bereichen können vereinzelte unzulässige Anzeigen toleriert werden. Eine Tolerierung kann über das Funktionspostfach tolerierungsantrag@reintjes-gears.de bei REINTJES beantragt werden.

Oberflächenfehler im Bereich der Bearbeitungszugabe sind zulässig.

Bei registrierpflichtigen Anzeigen wird eine Qualitätsmeldung erstellt. Registriergrenzen sind in Kapitel 6.3 festgelegt. Teile die registrierpflichtige oder unzulässige Anzeigen aufweisen werden gesperrt und sind nicht verwendbar. Sofern eine Sonderfreigabe der gesperrten Bauteile sinnvoll ist, muss erst eine Rücksprache mit dem Bereich Entwicklung & Konstruktion erfolgen. Nur dieser Bereich ist befugt, Teile außerhalb der zulässigen Grenzen zur Verwendung zuzulassen.

Über alle sonstigen Abweichungen von der vorliegenden Prüfanweisung ist die Qualitätssicherung von REINTJES zu informieren. Diese entscheidet ggf. nach weiterer interner Abstimmung über die Verwendung der Bauteile.