



- › Wissen schafft Fortschritt®
- » **Eigenspannungsmessung an gebrochener Getriebewelle**
- › Technische Mitteilung 20171206

- › Max Diederling
Leiter Labor-Services
max.diederling@gwp.eu



Inhalt

1. Aufgabenstellung.....	3
2. Erhaltene Proben	3
3. Untersuchungen	3
3.1. Bestimmung der Eigenspannungen	3
4. Ergebnis und Bewertung	6

1. Aufgabenstellung

Diese technische Mitteilung soll anhand einer Beispieluntersuchung die werkstofftechnischen Charakterisierungsmöglichkeiten im Bereich der Eigenspannungsmessung aufzeigen. In diesem Fall wurden an einer Getriebewelle die Spannungszustände an definierten Positionen röntgenografisch bestimmt. Vergleichbare Wellen sind im Betrieb durch Schwingbrüche ausgefallen. Die Ermüdungsbrüche starteten von der Innenseite im Bereich B'.

2. Erhaltene Proben

Der GWP wurde folgende Proben zur Verfügung gestellt:

Tabelle 1: erhaltene Proben

Eingang	GWP #	Kunden-#	Bezeichnung	Bemerkung
25.11.2017	1	ABC123	Getriebewelle	Stahl, randgehärtet

3. Untersuchungen

3.1. Bestimmung der Eigenspannungen

Die Eigenspannungsmessungen erfolgten röntgenografisch mit $\text{CrK}\alpha$ -Strahlung an der $\{211\}$ Ebene nach dem $\sin^2\phi$ -Verfahren. Die Umrechnung der gemessenen Gitterdehnungen in Spannungen erfolgte mit dem mechanischen Elastizitätsmodul $E = 211000 \text{ MPa}$ und der Querkontraktionszahl $\mu = 0,3$.

Messparameter:

Gerät: XStress 3000

Belichtungszeit: 5 sec.

Anzahl der Winkel: 3/3

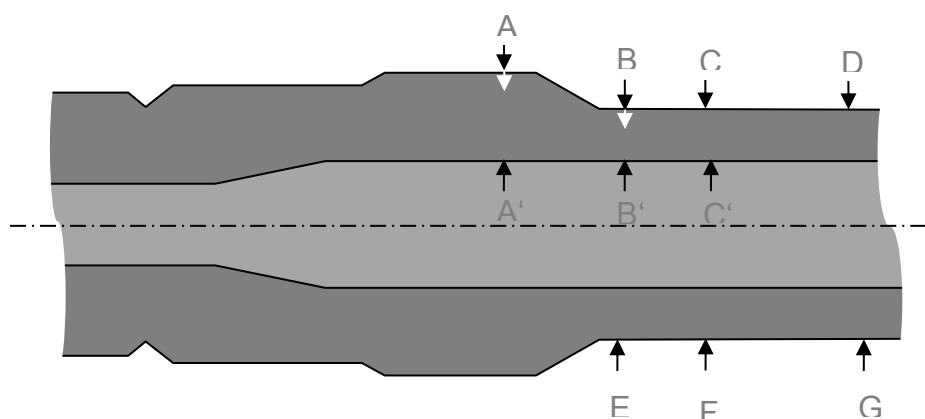
Winkel: -40° bis 40°

Beschleunigungsspannung: 30 kV

Röhrenstrom: 6.7 mA

Kollimator: 2 mm

An folgenden Positionen wurden die Spannungszustände in axialer sowie in Umfangsrichtung bestimmt.



Tiefenprofil



Punktanalyse an der Oberfläche

Tabelle 1: Ergebnisse der Eigenspannungsmessungen an der Oberfläche

Position	Eigenspannung in MPa	
Aussen	Umfang	Axial
A	-466	-538
B	-370	-325
C	-116	-169
D	-135	-156
E	-288	-252
F	-190	-168
G	-70	-129
H	-25	-69
Innen	Umfang	Axial
A'	-50	266
B'	3	380
C'	84	170

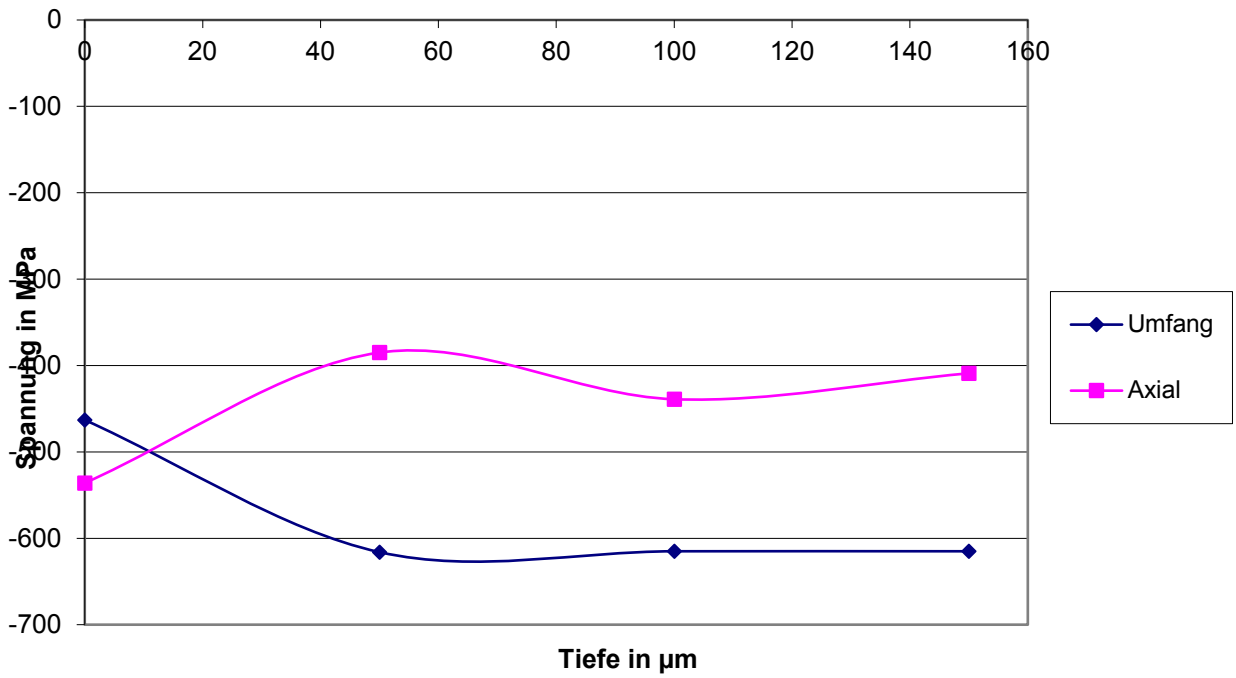
An den Positionen A und B wurde der Spannungsverlauf in die Tiefe gemessen. Der Tiefenabtrag erfolgte durch elektrolytisches Polieren der Oberfläche.

Tabelle 2: Ergebnisse der Eigenspannungsmessungen im Tiefenverlauf

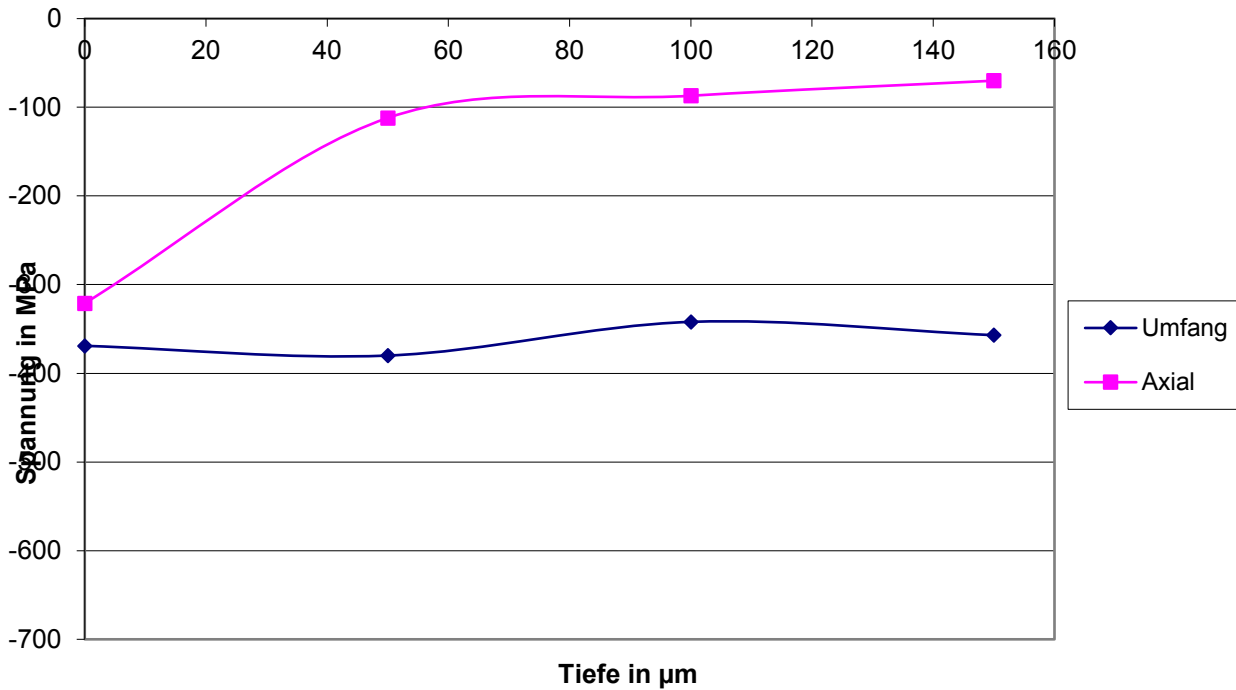
Abstand in μm	Position A		Position B	
	Radial	Axial	Radial	Axial
0	-463	-536	-369	-321
50	-616	-385	-380	-112
100	-615	-439	-342	-87
150	-615	-409	-357	-70

Die Tiefenverläufe sind in den folgenden Diagrammen dargestellt.

Eigenspannung Position A



Eigenspannung Position B



4. Ergebnis und Bewertung

Die Messungen haben ergeben, dass im begutachteten Bereich auf der Wellenaußenseite Druckeigenspannungen vorliegen. Im Bereich des Querschnittübergangs (randgehärteter Bereich) sind die Spannungswerte an einigen Stellen mit ca. -300 bis -600 MPa am höchsten. Ca. 3 cm neben dem Querschnittübergang betragen die Spannungen hingegen nur noch ca. – 130 MPa. Auf der Rohrinenseite konnten Zugeigenspannungen von bis zu 380 MPa nachgewiesen werden. Zugeigenspannungen an der Oberfläche begünstigen die Bildung von Ermüdungsrissen. Wir empfehlen eine Metallographische Untersuchung zur Bewertung der Randhärtezone.



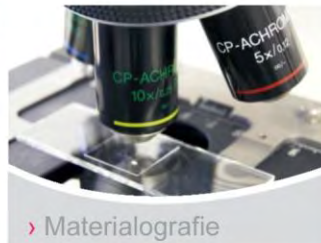
» Gesellschaft für Werkstoffprüfung |



› Analytik



› Werkstoffprüfung



› Materialografie



› Qualitätssicherung



› Schadensanalyse



› Entwicklung

› Laborservices

- › Analytikum
- › Chemie & Korrosionslabor
- › Elektroniklabor
- › Gaslabor
- › Kunststofflabor
- › Materialografie
- › Mikroskopie REM/LIM
- › Umweltsimulation
- › Werkstatt
- › Werkstoffprüfung
- › Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

X:\Auftrag\12088GRCW\Verlauf - Position M2.bmp

› Schadensanalyse

- › Airbag
- › Batterien
- › Baustoffe
- › Fraktographie
- › Heterogene Katalyse
- › Industrielle Prozesse und Produkte
- › Korrosion
- › Kunststoffe
- › Medizintechnik
- › Metallische Ge...
- › Oberflächente...
- › Zerstörungsfre...

Bild 3: Eigenspannungsverlauf Position M2