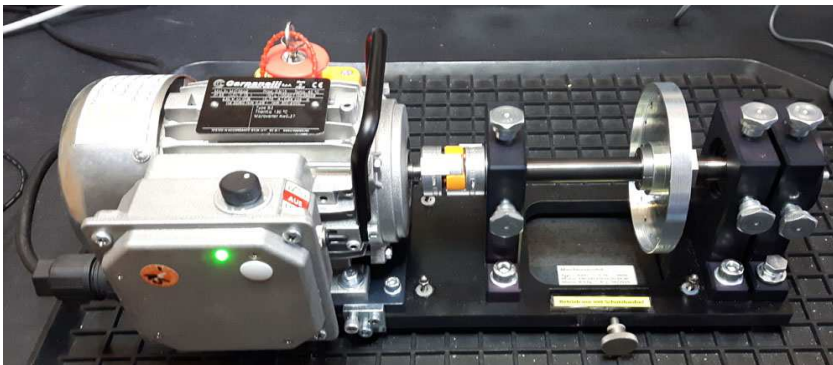


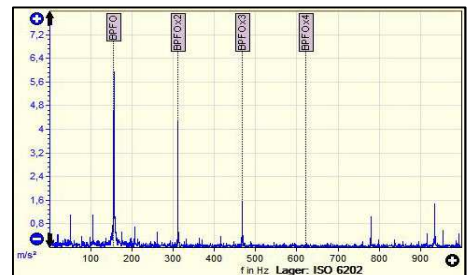
## Wälzlagerdiagnose an einem Rotormodell



Vergleichsmessungen an einem unbeschädigten Lager (linker, einzeln stehender Lagerbock) und einem Lager mit leichtem, jedoch bereits hörbarem Außenringsschaden (Lagerbock rechts außen), jeweils in horizontaler und vertikaler Achse. Der Schaden befindet sich an der unteren, mit einem roten Kreis markierten Position und tritt daher überwiegend in vertikaler Messrichtung auf.

Vorprüfung mittels eines VibroMetra Systems: Wälzlagerdiagnose mittels Hüllkurvendemodulation und Einblendung der Überrollfrequenz des Außenrings und ihrer Vielfachen, Drehzahl 3000 U/min.

Ergebnis: eindeutige Erkennung des Außenringsschadens.



Messgerät	Modus	Frequenzbereich	defektes Lager		unbeschädigtes Lager	
			horizontal	vertikal	horizontal	vertikal
VM25	d - Weg (RMS)	5 - 200 Hz	0,01 mm	0,03 mm	0,012 mm	0,015 mm
	v - Geschwindigkeit (RMS)	10 - 1.000 Hz	1,4 - 2,5 mm/s	1,5 - 2,2 mm/s	0,7 mm/s	1,0 mm/s
	v - Geschwindigkeit (RMS)	2 - 1.000 Hz	4 mm/s	2,2 mm/s	1,0 mm/s	1,2 mm/s
	a - Beschleunigung (RMS)	3 - 1.000 Hz	4,1 m/s <sup>2</sup>	2,7 m/s <sup>2</sup>	3,6 m/s <sup>2</sup>	2,1 m/s <sup>2</sup>
	a - Beschleunigung (RMS)	0,2 - 10.000 Hz	7,8 m/s <sup>2</sup>	13,5 m/s <sup>2</sup>	5,9 m/s <sup>2</sup>	5,3 m/s <sup>2</sup>
	a - Beschleunigung (RMS)	1.000 - 10.000 Hz	6,2 m/s <sup>2</sup>	13,6 m/s <sup>2</sup>	5,0 m/s <sup>2</sup>	4,9 m/s <sup>2</sup>
	a - Beschleunigung (Peak)	1.000 - 10.000 Hz	26,0 m/s <sup>2</sup>	79,0 m/s <sup>2</sup>	22,0 m/s <sup>2</sup>	21,5 m/s <sup>2</sup>
	a - Beschleunigung (Crest)	1.000 - 10.000 Hz	4,3	5,7	4,3	4,4
K(t) - Wälzlagerkennwert (RMS)		7,7 m/s <sup>2</sup>	12,2 m/s <sup>2</sup>	5,0 m/s <sup>2</sup>	5,4 m/s <sup>2</sup>	
K(t) - Wälzlagerkennwert (Peak)		33 m/s <sup>2</sup>	60 m/s <sup>2</sup>	20 m/s <sup>2</sup>	23 m/s <sup>2</sup>	
N200	v - Geschwindigkeit (RMS)	1 - 100 Hz	0,415 mm/s	0,772 mm/s	0,367 mm/s	0,458 mm/s
	v - Geschwindigkeit (RMS)	2 - 200 Hz	0,491 mm/s	0,977 mm/s	0,378 mm/s	1,19 mm/s
	v - Geschwindigkeit (RMS)	5 - 500 Hz	0,820 mm/s	0,971 mm/s	0,696 mm/s	1,33 mm/s
	v - Geschwindigkeit (RMS)	10 - 1.000 Hz	0,850 mm/s	1,050 mm/s	0,852 mm/s	1,48 mm/s
	a - Beschleunigung (RMS)	10 - 1.000 Hz	0,184 g	0,160 g	0,255 g	0,222 g
	CBA - CEMB Bearing Analysis		7,65 gE	15,6 gE	7,3 gE	4,89 gE
N600	v - Geschwindigkeit (RMS)	40 - 1.000 Hz	0,60 mm/s	0,78 mm/s	0,67 mm/s	0,94 mm/s
	v - Geschwindigkeit (RMS)	200 - 5.000 Hz	0,86 mm/s	1,07 mm/s	0,84 mm/s	1,01 mm/s
	v - Geschwindigkeit (RMS)	400 - 10.000 Hz	0,95 mm/s	1,07 mm/s	0,87 mm/s	1,06 mm/s
	a - Beschleunigung (RMS)	12 - 10.000 Hz	0,669 g	1,270 g	0,602 g	0,419 g
	a - Beschleunigung (Peak)	12 - 10.000 Hz	2,86 g	5,80 g	2,40 g	1,54 g
	Manuell errechneter Crestfaktor:	12 - 10.000 Hz	4,28	4,57	3,99	3,68
VA-12	a - Beschleunigung (RMS)	1 - 10.000 Hz	8,4 m/s <sup>2</sup>	18,0 m/s <sup>2</sup>	9,7 m/s <sup>2</sup>	7,9 m/s <sup>2</sup>
	a - Beschleunigung (Peak)	1 - 10.000 Hz	44,4 m/s <sup>2</sup>	97,7 m/s <sup>2</sup>	54,0 m/s <sup>2</sup>	34,0 m/s <sup>2</sup>
	a - Beschleunigung (Crest)	1 - 10.000 Hz	4,8	5,0	5,0	4,5
	v - Geschwindigkeit (RMS)	1 - 10.000 Hz	1,8 mm/s	2,6 mm/s	1,1 mm/s	1,3 mm/s
	d - Weg (P-P)	1 - 10.000 Hz	0,03 mm	0,03 mm	0,04 mm	0,02 mm
	a - Beschleunigung (RMS)	1.000 - 10.000 Hz	10,9 m/s <sup>2</sup>	26,9 m/s <sup>2</sup>	9,4 m/s <sup>2</sup>	7,8 m/s <sup>2</sup>
	a - Beschleunigung (Peak)	1.000 - 10.000 Hz	53,5 m/s <sup>2</sup>	120 m/s <sup>2</sup>	46,3 m/s <sup>2</sup>	35,0 m/s <sup>2</sup>
	a - Beschleunigung (Crest)	1.000 - 10.000 Hz	4,9	4,5	3,9	4,4
	v - Geschwindigkeit (RMS)	1.000 - 10.000 Hz	0,8 mm/s	1,3 mm/s	0,8 mm/s	0,5 mm/s
	d - Weg (P-P)	1.000 - 10.000 Hz	0,01 mm	0,00 mm	0,00 mm	0,01 mm
CoCo-80	a - Beschleunigung (RMS)	10 - 1.000 Hz	3,73 m/s <sup>2</sup>	3,85 m/s <sup>2</sup>	5,31 m/s <sup>2</sup>	2,48 m/s <sup>2</sup>
	VDC Readings v - Geschwindigkeit (RMS)	10 - 1.000 Hz	1,11 mm/s	1,60 mm/s	1,12 mm/s	1,30 mm/s
	d - Weg (RMS)	10 - 1.000 Hz	0,0005 mm	0,0018 mm	0,0003 mm	0,0018 mm

Peak Werte und höhere Frequenzbereiche bis 46 kHz sind einstellbar

Envelope Spectrum

wie beim VibroMetra System, siehe oben

## Ergebnis:

Die Messung der **Schwinggeschwindigkeit im normierten Frequenzbereich 10 Hz bis 1 kHz** dient zur Maschinenüberwachung nach DIN/ISO 10816-1 / -6 etc. Sie repräsentiert den Energiegehalt der auftretenden Vibrationen, die durch **rotierende Unwuchten** verursacht werden, z. B. infolge loser Schrauben, verbogener Teile, verschlissener Lager mit großem Spiel oder Ablagerungen auf Lüfterflügeln.

Zur Erkennung von Wälzlagerschäden ist sie **nur sehr bedingt geeignet**.

**Wälzlagerschäden erzeugen dagegen hochfrequente Signale mit kurzer Impulsdauer.** Um diese zu erkennen, sind zumindest **hochfrequente Beschleunigungs-Messungen** erforderlich. Bei Messungen an Maschinen lässt sich z. B. im Frequenzbereich von 1 kHz bis 10 kHz vorwiegend das Laufgeräusch von Wälzlagern betrachten, während Unwuchtvibrationen unterdrückt werden. Gleichzeitig erzeugen die hochfrequenten Signale mit kurzer Impulsdauer im Verhältnis zum Effektivwert größere Spitzenwerte; dieses Verhältnis lässt sich im **Crestfaktor** ablesen.

Besonders deutlich erkennbare Unterschiede zwischen den Messwerten eines intakten und eines nur leicht beschädigten Lagers sind **grün hervorgehoben**.

Je nach Position des Lagerschadens, speziell am üblicherweise feststehenden Außenring, weichen die Messwerte evtl. nur in einer Messachse (horizontal oder vertikal) erkennbar ab; es ist daher ratsam, möglichst in zwei um 90 ° versetzten Achsen zu messen.

## Verschiedene Messgeräte bieten **zusätzliche Funktionen** zum Erkennen von Wälzlagerschäden an:

### VM25

Die hochfrequenten Signale mit kurzer Impulsdauer eines Wälzlagerschadens erzeugen im Verhältnis zum Effektivwert größere Spitzenwerte; dieses Verhältnis lässt sich im **Crestfaktor** ablesen. Beim VM25 lassen sich alle Messgrößen (Beschleunigung, Geschwindigkeit und Weg) als Effektivwert, Spitzenwert oder Crestfaktor ablesen.

Der **Wälzlagerkennwert** bzw. die **Diagnosekennzahl** nach Sturm K(t) ist eine bewährte Kenngröße zur Zustandsbeurteilung von Wälzlagern und wird aus den Effektiv- und Spitzenwerten der Schwingbeschleunigung im Frequenzbereich von 1 bis 10 kHz gebildet. Der Start- oder Referenzzeitpunkt liegt nach Inbetriebnahme des Lagers, idealerweise nach Verstreichen einer gewissen Einlaufzeit. Zu diesem Zeitpunkt ist der K(t)-Wert gleich 1. Mit fortschreitender Abnutzung (d. h. Laufbahnschädigung), sinkt der K(t)-Wert (während der Einlaufzeit kann er auch geringfügig steigen) und erlaubt damit die Klassifizierung des Wälzlagerzustands: > 1 = Verbesserung, 1...0,5 = guter Zustand, 0,5...0,2 = schädigende Einflüsse, 0,2...0,02 = fortschreitende Schädigungseinflüsse, < 0,02 = Schädigung. Die Multiplikation von Effektivwert und Spitzenwert signalisiert im Zeitverlauf der Beschleunigung sowohl Veränderungen durch Stoßanregung bei lokalen Schäden (Pitting) als auch einen allgemeinen Anstieg des Körperschalls bei verteilten Schäden (Laufbahnabschälung, Korrosion, Laufkörperverschleiß) sowie Mangelschmierung.

**Der K(t)-Wert liefert nur bei Trendbetrachtung eine Aussage über den Wälzlagerzustand; eine einzelne Messung erlaubt noch keine Diagnoseaussage. Der K(t)-Wert ist stark drehzahlabhängig; bei der Trendbeobachtung ist daher auf gleichbleibende Drehzahlen und Betriebsbedingungen (Lastzustände) zu achten.**