

Maximale Anlagenverfügbarkeit -
schnell und flexibel.

TBE
die Maschinenflüsterer®

Schwingungsanalyse

Erläuterung zur Fehlerbeurteilung

Beurteilung des Schwingungszustandes bzw. der
Schadensschwere

Für Analysesoftware OMTC von Prüftechnik

TBE Anlagendiagnostik GmbH.



Ing. Martin Eisenberger

Allgemein beeideter und gerichtlich



TBE

TBE Anlagendiagnostik GmbH
SV | Ingenieurbüro | Condition Monitoring

A-8112 Gratwein
Judendorfergasse 2a
Tel.: +43 3124/510 40
Fax: +43 3124/510 40-4
Mobil: +43 664 357 62 88


e-mail: office.tbe@aon.at
www.tbe-anlagendiagnostik.com



BEISPIEL EINES BEFUNDES

TBE Anlagendiagnostik GmbH
 Condition Monitoring
 Diagnostic Center
 A-8112 Gratwein

Telefon: +43 312461040-0
 E-Mail: office@tbe.cc



TBE Anlagendiagnostik GmbH
 EM | Ingenieurbüro | Condition Monitoring
 www.tbe.cc | office@tbe.cc

Befund-Report

Standort: AGRANA Stärke GmbH ► Werk Fischelsdorf ► 0100 ROHSTOFFANNAHME

Ventilator (B-173 A)

Beschreibung

"Beschreibung" Bei diesem Befund handelt es sich um einen Test!

3

Details

Datum:	17.06.2020 14:01:02
Status:	Offen
Priorität:	Kritisch
Autor:	Martin

2

Diagnose

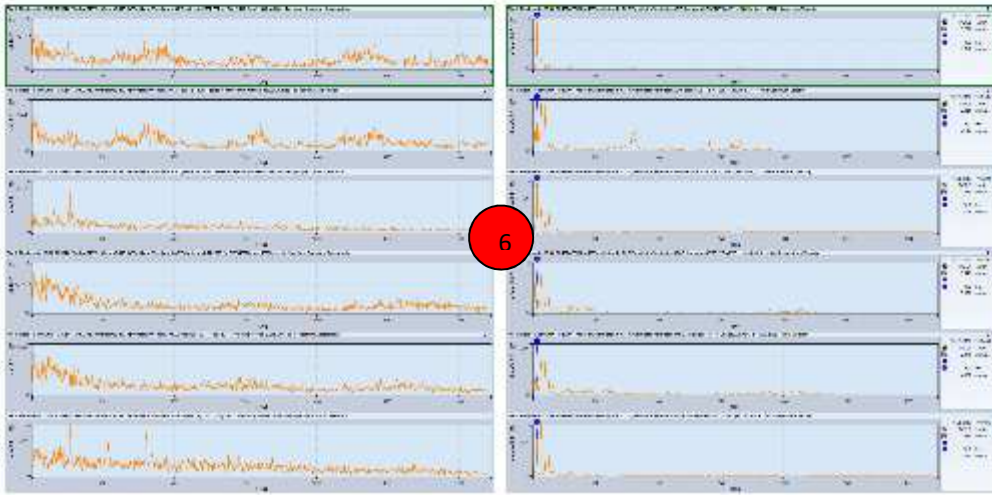
Code	Beschreibung	Status
D12	Bewertung nach DIN ISO 10816-3	Offen
D01	Aussenringsschaden	Offen

4

Korrekturempfehlungen

Code	Beschreibung	Status
K002	Empfehlung: Aufgrund der erkannten Schädigung, ist das Lager gemäß Priorität zu tauschen.	Offen
10816 Zone D	Beurteilung gemäß DIN ISO 10816: Das Summschwingverhalten entspricht der Zone D und ist als unzulässig zu beurteilen. Schwingwerte in dieser Zone werden üblicherweise als so gefährlich angesehen, dass Schäden entstehen können oder bereits vorhanden sind. Ein Dauerbetrieb ist nicht mehr zulässig.	Offen

5

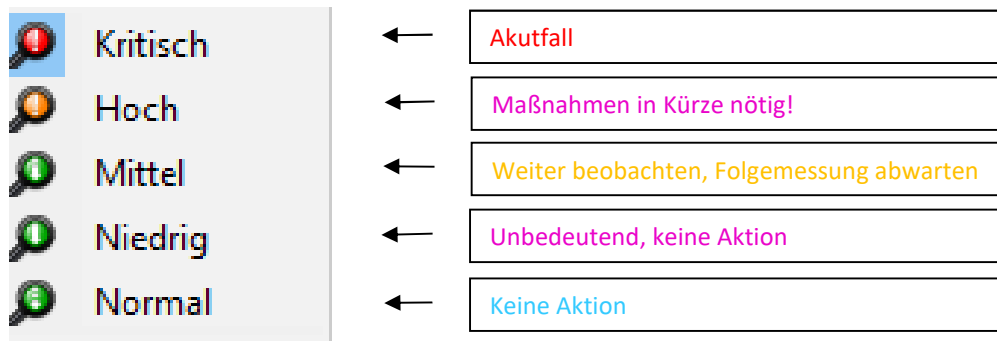


6

- 1: Anlagen-/Maschinenbeschreibung
- 2: Allgemeine Angaben (Status, Priorität, Datum)
- 3: Zusätzliche Anmerkung (Option, bei Bedarf)
- 4: Diagnose / Schadensmuster

- 5: Korrekturmaßnahmen / Priorität
- 6: Analytische Details (FFT / Zeitsignal etc.)

BESCHREIBUNG DER DER PRIORITÄT (SCHADENSSCHWERE)



DIE BEURTEILUNG DES SCHADENZUSTANDES WIRD IN FÜNF PRIORITÄTEN UNTERTEILT:

„NORMAL“ (KEINE SCHÄDIGUNG)

Bei Maschinen deren Zustand als „Normal“ beurteilt wurde, besteht kein Handlungsbedarf. Das Laufverhalten entspricht einer neuen Maschine. Der Schwingzustand ist ohne Befund. Ein Dauerbetrieb ist ohne Einschränkung möglich. Das Schwingniveau entspricht der **Zone A**.

„NIEDRIG“ (SCHÄDIGUNG NIEDRIG)

Diese Priorität lässt geringe Grenzwertüberschreitungen oder geringe Schädigungen erkennen. Das Schadensausmaß ist noch unkritisch, sodass ein Dauerbetrieb ohne Einschränkungen möglich ist. Übliche Beurteilung für beginnende Schäden und einem Schwingniveau, welches der **Zone A/B** entspricht.

„MITTEL“ (SCHÄDIGUNG ERKENNBAR, ABER AKZEPTABEL)

Bei dieser Schädigungsstufe kann bereits von einer klar erkennbaren Schädigung bzw. einer merklichen Maschinenbelastung ausgegangen werden. Die zu erwartende Restlebensdauer wird bei diesem Schwingniveau bereits reduziert. Erste Kontroll- bzw. Gegenmaßnahmen werden empfohlen. Ein Dauerbetrieb ist in den meisten Fällen noch zulässig. Das Gesamtschwingverhalten entspricht nach DIN 10816 üblicherweise der **Zone B**.

„HOCH“ (SCHÄDIGUNG BEREITS DEUTLICH FORTGESCHRITTEN)

Wird diese Priorität erreicht, so ist eine Verbesserung des Schwingniveaus eindringlich zu empfehlen. Das Schwingniveau entspricht üblicherweise der **Zone C**, gemäß der einschlägigen Norm. Ein Dauerbetrieb ist nur eingeschränkt zulässig! Die diagnostizierte Schädigung führt bereits zur Erhöhung der Ausfallwahrscheinlichkeit. Kontrollmessungen und empfohlene Reparaturen sollten zeitnahe erfolgen.

„KRITISCH“ (AKUTFALL)

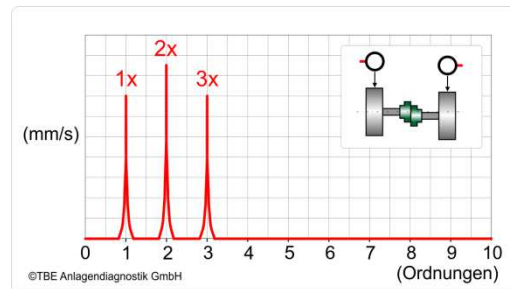
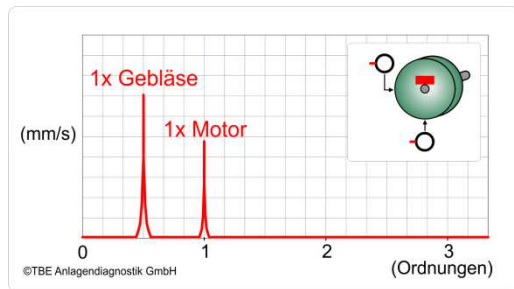
Priorität: Das festgestellte Schwingniveau (üblicherweise entspricht dies der **Zone D** nach DIN ISO 10816) oder Schädigungsmuster werden als unzulässig eingestuft, sodass Maschinenausfälle oder Folgeschäden als sehr wahrscheinlich angesehen werden. Gegenmaßnahmen (z. B. Reparaturen) zur Verbesserung des Schwingverhaltens werden dringend angeraten. Ein Dauerbetrieb ist nicht mehr gewährleistet!

2. DETAILINFORMATIONEN ZUR BEURTEILUNG

Für eine richtige Einschätzung der Schadensschwere und für die Planung geeigneter Reparaturmaßnahmen, ist eine Unterscheidung in einzelne Schadensgruppen (Unwucht, Lagerschaden, Mischreibung, etc.) und deren Beurteilung hilfreich. Wir haben für Sie häufige Fehler in fünf Gruppen zusammen gefasst.

GRUPPE 1: UNWUCHT, AUSRICHTUNG, RIEMENSCHLEIBENFEHLER, ETC.

Bei dieser Gruppe sind hohe Energien und hohe Amplituden im Geschwindigkeits-Spektrum zu erwarten.



Betroffene Maschinen: Walzen, Motore, Gebläse, Pumpen, Zentrifugen, Sichter, Riemenantriebe, Getriebe....

Schadens erläuterung:

- Normal:** Keine Maßnahmen notwendig. Kein Befund. Die Schwingbelastung ist gering.
- Niedrig:** Zurzeit keine Reparaturmaßnahme notwendig, die Belastung ist unkritisch. Folgemessung abwarten.
- Mittel:** Das Schwingniveau ist bereits fortgeschritten, eine Reparaturmaßnahme ist jedoch noch nicht zwingend notwendig. Eine Sichtkontrolle auf offensichtliche Beschädigungen, Abweichungen (verschmutzte Flügel, Riemenscheibenrundlauf, Ausrichtefehler, Unwucht) wird angeraten.
- Hoch:** Die Abweichung ist bereits deutlich, das Schwingverhalten klar erhöht. Eine Verbesserung der aktuellen Situation (Wucht korrektur, laseroptisch Ausrichten, Gebläse reinigen, etc.) ist in Hinblick auf eine zuverlässige Verfügbarkeit und optimale Laufzeit zu empfehlen. Gelegenheiten, wie z.B. geplante Revisionen (Stillstände) sollten genutzt werden. Kontrollmessungen in verkürzten Intervallen und erhöhtes Augenmerk auf die betroffene Maschine legen!
- Kritisch:** Bei dieser Einstufung handelt es sich um einen **Akutfall!** Das Schwingniveau und die Belastung sind bereits so hoch, dass eine unzulässige Beanspruchung vorliegt und ein Ausfall jederzeit eintreffen kann. Reparaturmaßnahmen wie unter „Ernst“ angeführt, sind dringend umzusetzen. Folgeschäden sind sehr wahrscheinlich. Ein Dauerbetrieb ist nicht zulässig!

GRUPPE 2: WÄZLAGERSCHÄDEN (AUSSEN-, INNENRING, KÄFIG, WÄZKÖRPER)

Bei dieser Gruppe steht die Schädigung der Lager im Fokus. Zusätzlich fließen Maschinentype, Drehzahl, Anwendungsbereich und Maschinenpriorität, soweit bekannt, in die Bewertung ein.

Betroffene Maschinen: Sämtliche drehende und wälzgelagerte Maschinen.

Anmerkung: Lagerdaten sind für die Auswertung von enormer Wichtigkeit und sind Voraussetzung für eine exakte Berechnung der Fehlerfrequenzen. Dadurch steigt die Aussagekraft und externe Einflüsse können besser beurteilt werden.

Schadensertäuterung:

Normal: Keine Maßnahmen notwendig. Der normale (natürliche) Lagerverschleiß ist noch nicht messbar. Dieser Zustand entspricht einem neuen Lager. Keine Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich!

Niedrig: Zurzeit keine Reparaturmaßnahme notwendig. Die Schädigung ist gerade messbar. Folgemessung abwarten und Schadensverlauf beobachten.

Angenommener Schädigungsgrad: An den Wälzagerläufläachen wurden die Rauheitsspitzen, Fertigungsungenauigkeiten bereits plastisch verformt und abgetragen (Matte Flächen). Eindrücke von Schmutzteitchenüberrollungen, Transport-, Stillstandsmarken, Rostnarben bzw. Montagebeschädigungen können dieser Schädigung entsprechen. Einer Weiterverwendung steht jedoch nichts entgegen.

Mittel: Der Grad der Schädigung ist bereits fortgeschritten, eine Reparatur muss aber noch nicht eingeleitet werden. Folgemessung abwarten und Schädigung neu bewerten.

Angenommener Schädigungsgrad: Dieser Verschleißfortschritt führt bereits zu Mikroabsplitterungen und Bildung von Mikrogrübchen (Pittinge). Ein metallischer Abrieb entsteht (beginnende Schwarzfärbung des Schmierstoffes)! Es besteht keine unmittelbare Ausfallsgefahr. Klassisch für eine "beginnende Schädigung"!

Hoch: Die Schädigung ist bereits so weit fortgeschritten, sodass eine Reparatur (Lager tauschen) geplant durchgeführt werden sollte (z.B. nächstem Stillstand). Kontrollmessungen in kürzeren Intervallen sind angebracht. Bei einer Ölschmierung gibt eine zusätzliche Ölprobe weitere Information über den Schweregrad der Lagerschädigung. Lagertemperatur und Geräuschentwicklung beobachten.

Angenommener Schädigungsgrad: Es werden Pittinge erwartet, die bereits in die Tiefe führen. Der Verschleiß schreitet rasch voran. Die Lagerstelle ist unbedingt verstärkt zu kontrollieren, Mess- und Schmierintervalle sind zu verkürzen (Fettschmierung)!

Kritisch Bei dieser Einstufung handelt es sich um einen **Akutfall!** Ein sollte ehest möglich erfolgen. Ein Weiterbetrieb bis zum nächsten Stillstand ist riskant. Es besteht ein erhöhtes Ausfallsrisiko. Mit deutlichen Laufbahnabschälungen ist zu rechnen.

Angenommener Schädigungsgrad: Starker Verschleiß und größere Ausbrüche sind zu erwarten. In der Lastzone beginnende Schälungen (Materialabtragung). Käfigschäden können auftreten und infolge zur totalen Zerstörung des Lagers führen! Eine ehest mögliche Instandsetzung ist erforderlich. Die Restlebensdauer ist nicht mehr abschätzbar. Beim Weiterbetrieb der Maschine sind Folgeschäden möglich!

GRUPPE 3: MISCHREIBUNG (SCHMIERPROBLEM)

Bei dieser Gruppe geht es primär um Mischreibung infolge von Schmierproblemen. Diese können durch Mangel-/Überschmierung, falsche Schmierintervalle, ungeeignete, gealterte oder verschmutzte Schmierstoffe entstehen. Beeinflussungen durch Kavitation oder anstreifenden Teilen sind nicht auszuschließen und müssen je nach Anwendung in Betracht gezogen werden.



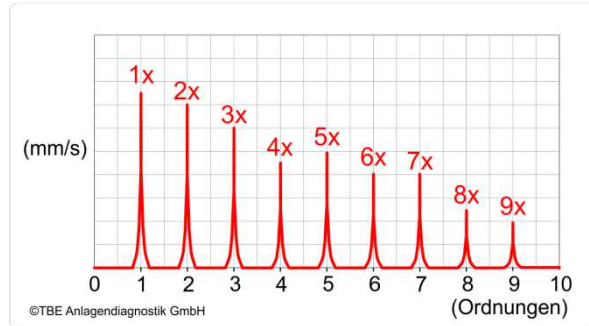
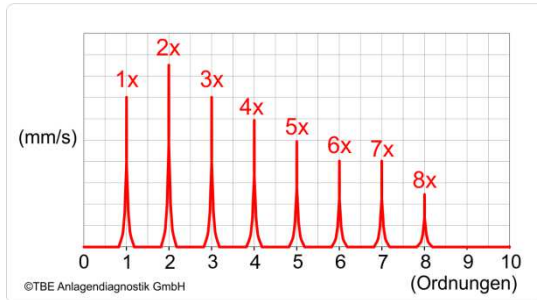
Betroffene Maschinen: Sämtliche durch Öl- oder Fett geschmiert Lager.

Schadenserläuterung:

- Normal:** Keine Maßnahmen notwendig. Die PeakVue Werte sind unauffällig.
- Niedrig:** Zurzeit keine Korrekturmaßnahme notwendig, keine nennenswerte, hochfrequenten Signale vorhanden. Folgemessung abwarten.
- Mittel:** Die Anzeichen für Mischreibung sind bereits erhöht, aber noch akzeptabel. Dennoch sollten erste Maßnahmen zur Verbesserung der Schmierqualität und Kontrollen der Wartungslisten erfolgen.
- Hoch:** Der zu erwartende Verschleiß aufgrund der Schwingwerte ist bereits relevant. Es ist mit einer stark verkürzten Lebensdauer zu rechnen ist. Es besteht die Gefahr von erhöhtem Käfigverschleiß. Gegenmaßnahmen wie, Kontrolle der Schmierintervalle, -menge, -stoffqualität etc. sind bei nächster Gelegenheit umzusetzen.
- Kritisch:** Bei dieser Schadensschwere handelt es sich um einen **Akutfall!** Die Mischreibung wird als so kritisch eingestuft, sodass ein Spontanausfall und irreversible Lagerschädigungen wahrscheinlich sind. Die Schmiersituation ist dringend zu verbessern. Zusätzlich empfehlen wir eine visuelle Kontrolle der Lager um etwaige Schäden und Ursache der Mischreibung zu ermitteln. Ein Weiterbetrieb ist nicht zulässig. Bei einer Ölschmierung sollte eine zusätzliche Ölanalyse erfolgen. Der Einsatz einer automatischen Schmiereinrichtung kann ggf. zu einer Verbesserung beitragen (diesbezüglich beraten wir sie gerne).

GRUPPE 4: SPIEL/LOSE BEFESTIGUNG/SITZPROBLEM

Bei dieser Gruppe stehen lose Befestigungen bzw. Spiel, Lagerluft, Lagerspiel im Fokus der Beurteilung. Üblicherweise gehen wir von einem defekten oder losen Lagersitz aus. Das Signal kann aber auch von einer defekten Kupplung oder losen Verbindungen induziert werden. Deshalb kann in einzelnen Fällen auch eine Kupplungskontrolle empfohlen werden.



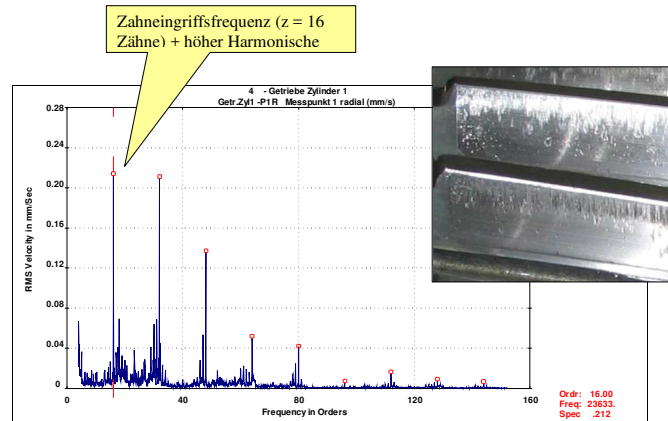
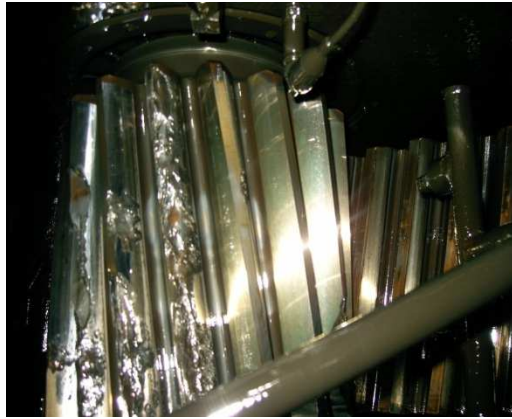
Betroffene Maschinen: Sämtliche Maschinen mit rotierenden Bauteilen und lösbaren Verbindungen

Schadensl  uterung:

- Normal:** Keine Beanstandung. Keine Maßnahmen notwendig.
- Niedrig:** Zurzeit keine Reparaturmaßnahme notwendig. Die Schwingbelastung ist gering. Folgemessung abwarten und Schadensverlauf beobachten.
- Mittel:** Der Grad der Schädigung ist bereits fortgeschritten, eine Reparatur muss aber noch nicht eingeleitet werden. Folgemessung abwarten und Schädigung neu bewerten. Erste Befestigungs- und Sitzkontrollen sollten erfolgen.
- Hoch:** Bei diesem Schädigungsgrad kann bereits eine erhöhte Schwingbelastung festgestellt werden. Generell ist der Schadensverlauf bei dieser Art des Schadens sehr schwierig vorauszusehen. Deshalb sollten Kontroll- bzw. Reparaturmaßnahmen (Kontrolle der Befestigungen, Wellenspiel, Risse,...) unmittelbar geplant werden (z.B. nächstem Stillstand). Bei guter und sicherer Zugänglichkeit sollte eine visuelle Kontrolle während des Betriebes erfolgen (die Maschinendynamik kann bei der Fehlerbeurteilung hilfreich sein). Kontrollmessungen in kürzeren Intervallen geben Aufschluss über den Schadensverlauf und helfen Folgeschäden zu vermeiden.
- Kritisch:** Die Schädigung ist bereits sehr weit fortgeschritten, es handelt sich um einen **Akutfall!!** Eine Reparatur (Befestigungs-, Lagersitz-, Lagerspielkontrolle, lose Befestigung, ausgeschlagener Sitz, Risse) ist dringend notwendig! Ein Weiterbetrieb ist nicht zulässig! Folgeschäden (Beschädigung der Lagersitze) sind zu erwarten. Aufgrund Reibungshitze kann es zu einem Brand kommen (Brandgefahr).

GRUPPE 5: GETRIEBEANTRIEBE – HOHER ZAHNEINGRIFF

Diese Gruppe beurteilt das Schwingverhalten (Zahneingriffsfrequenzen) von Zahnradgetrieben. Schwingungstechnisch äußern sich Probleme bei einem Getriebe durch erhöhte Zahneingriffssignaturen. Auf diese haben aber auch Drehmoment und Drehzahl Einfluss, sodass die Beurteilung bei variierenden Leistungen sehr diffizil ist. Deshalb kombinieren wir die Schwingungs- mit einer Ölanalyse.



Betroffene Maschinen: Antriebe mit Stirnrad-, Kegelrad- und Planetengetrieben.

Schadensertläuterung:

- Normal:** Keine Maßnahmen notwendig. Kein auffälliges Schwingverhalten erkennbar.
- Niedrig:** Zurzeit keine Reparaturmaßnahme notwendig. Die Zahneingriffsfrequenzen sind leicht erhöht, aber unkritisch. Die Belastung aufgrund des Schwingniveaus ist gering. Folgemessung abwarten.
- Mittel:** Das Schwingniveau ist erhöht und es zeigen sich auffällige Frequenzsignaturen. Umgehende Kontroll- oder Reparaturmaßnahmen sind nicht zwingend notwendig. Höhere Zahneingriffsfrequenzen können auch auf Grund von unterschiedlichen Betriebszuständen (höherer Geschwindigkeit, höherer Belastung) entstehen. Folgemessungen abwarten und auf Geräuschentwicklung achten. Eine vorsorgliche Ölanalyse unterstützt die Einschätzung der Schadensschwere.
- Hoch:** Bei diesem Schädigungsniveau rechnen wir mit einer erhöhten Drehmomentbelastung oder/und mit einem fortgeschritten Zahnverschleiß. Eine Reparatur/Kontrolle ist in absehbarer Zeit (geplant) notwendig und sollte in absehbarer Zeit (z.B. nächstem Stillstand) erfolgen. Zusätzliche Messungen und Kontrollen der Öltemperatur sowie auf Geräusche, sollten begleitend stattfinden. Ebenso ist auf Abnormitäten beim Getriebeantrieb und bei der anzutreibenden Maschine zu achten. Desweiteren gibt ein Ölprobe zusätzliche Information über den Verschleißzustand des Getriebes (Zahnabrieb) und ist unbedingt zu empfehlen.
- Kritisch:** Bei einem **Akutfall** sind die Schwingenergien bereits so groß, dass ein kurzfristiger Ausfall zu befürchten ist!! Eine Reparatur (Kontrolle/Tausch der Zahnräder, Zahneingriff, Tragbild...) ist dringend notwendig. Folgeschäden sind sehr wahrscheinlich. Ein Weiterbetrieb ist nicht zulässig! Eine Ölanalyse ist auch bei dieser Schädigung hilfreich, um die noch verbliebene Restlebensdauer beurteilen zu können.