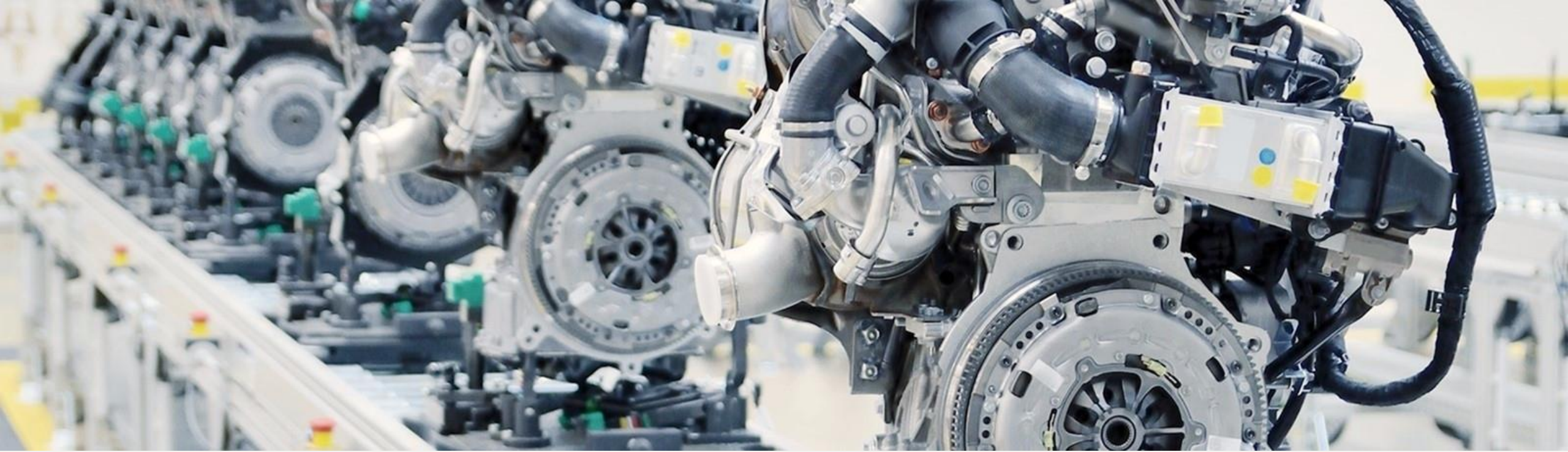




Fertigungsfehler sicher erkennen

End-of-Line-Testing: Zerstörungsfreie Resonanzprüfungen an der Fertigungsline

Themen

Schwingungs- und Geräuschprüfung in der Produktion

Erkennung und Identifizierung von Montage- und Bauteilfehlern am Montageband

Prüfsystem: Informationen zu Sensorik, Datenerfassung, Software, Automatisierung und Handhabung

Integration der End-of-Line-Testing Methode in das Qualitätsmanagement

Was passiert, wenn eine kleine Markierung falsch gesetzt wird?



Dann kann es teuer werden:

- Fehlerhafte Aggregate werden ausgeliefert.
- Im Fall von Serienfehlern entstehen hohe Kosten und viel Ärger.

Es sei denn:

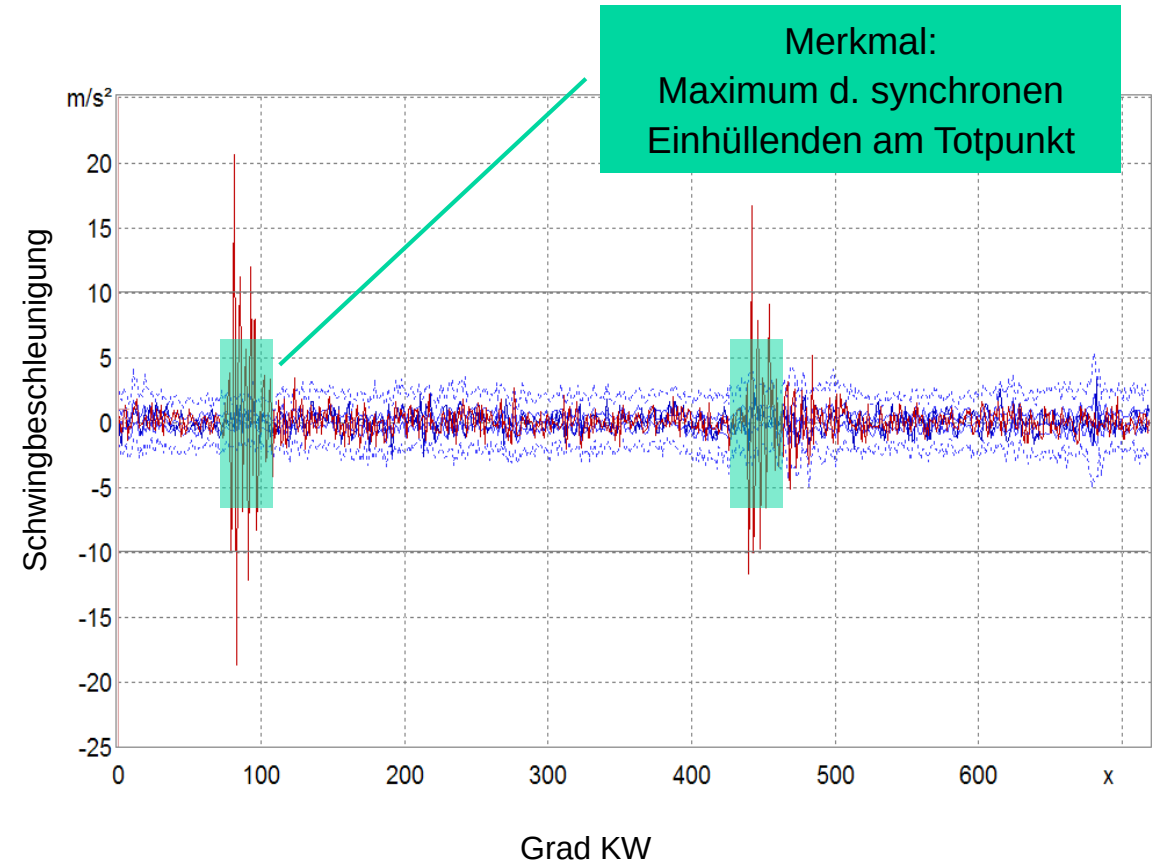
- Eine geeignete Methode am End-of-Line-Test findet den Fehler – auch beim ersten Auftreten!

Quelle Beispielbild: Mahle Technical Messenger 08/2018

Beispiel: Schwingungs- und Geräuschprüfung

Kolben in falscher Richtung montiert

- Ventiltaschen passen nicht
- Signalspitzen bei synchron gemitteltem Zeitsignal zur Fehlererkennung.
- Fehleranalyse nach dem Impulswinkel
- Am Prüfstand nur durch NVH-Analyse feststellbar



Fehlersuche – Zeit reduzieren

Fehleridentifikation

- Reduzierung der Zeit zur Fehleranalyse und Fehlersuche
- Reduzierung Reparaturaufwand
- „Optimale Optimierung“ der Produktion

Voraussetzungen

- Die Messkette verstehen
- Geeignetes Prüfsystem
- Prozesseinbindung

Erkennung neuer, bisher unbekannter Fehler

- Null-Fehler-Produktion
- Keine Auslieferung bisher unbekannter Fehler
- Vermeidung aufwändiger Analyse, Kreuztausch usw.

Voraussetzungen

- „Selbstlernendes“ System
- Einfache Definition neuer Fehlermerkmale

Anpassung an veränderbare Anforderungen

- Schnelle Reaktion auf neue Fehlerquellen
- Schnelle Fehleranalyse
- Adaption an neue Prozesse und Prüflinge

Voraussetzungen

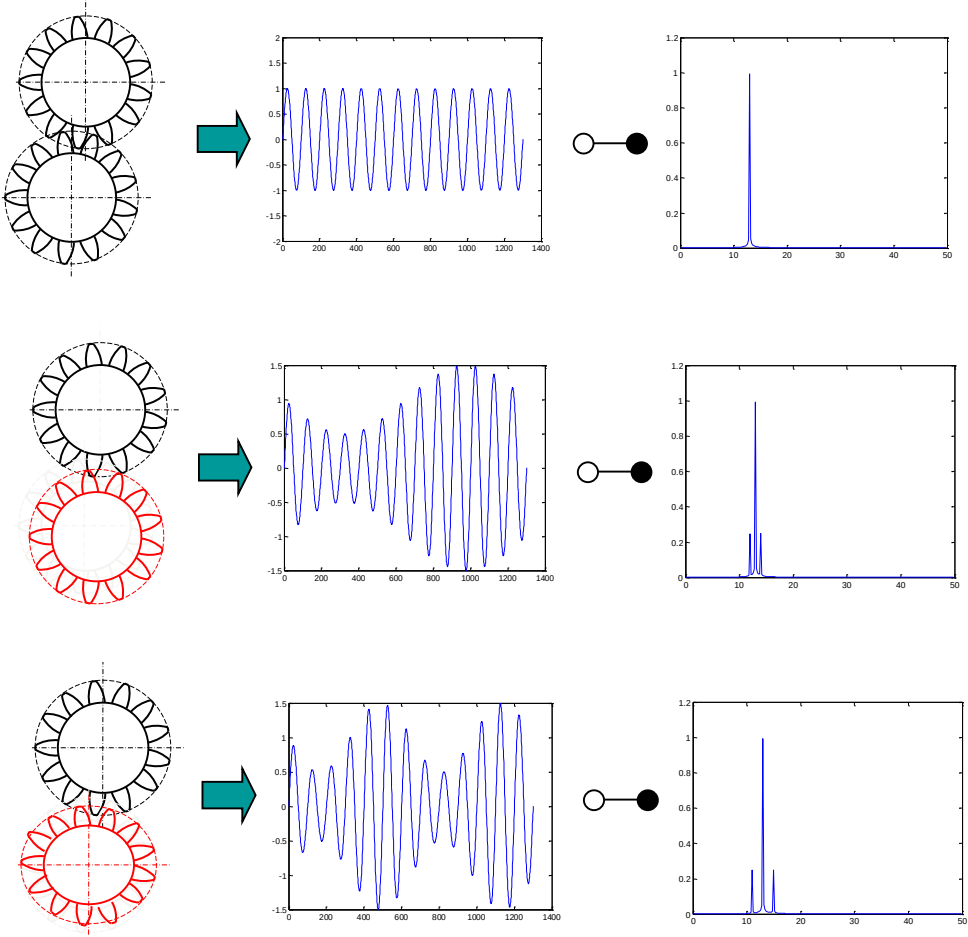
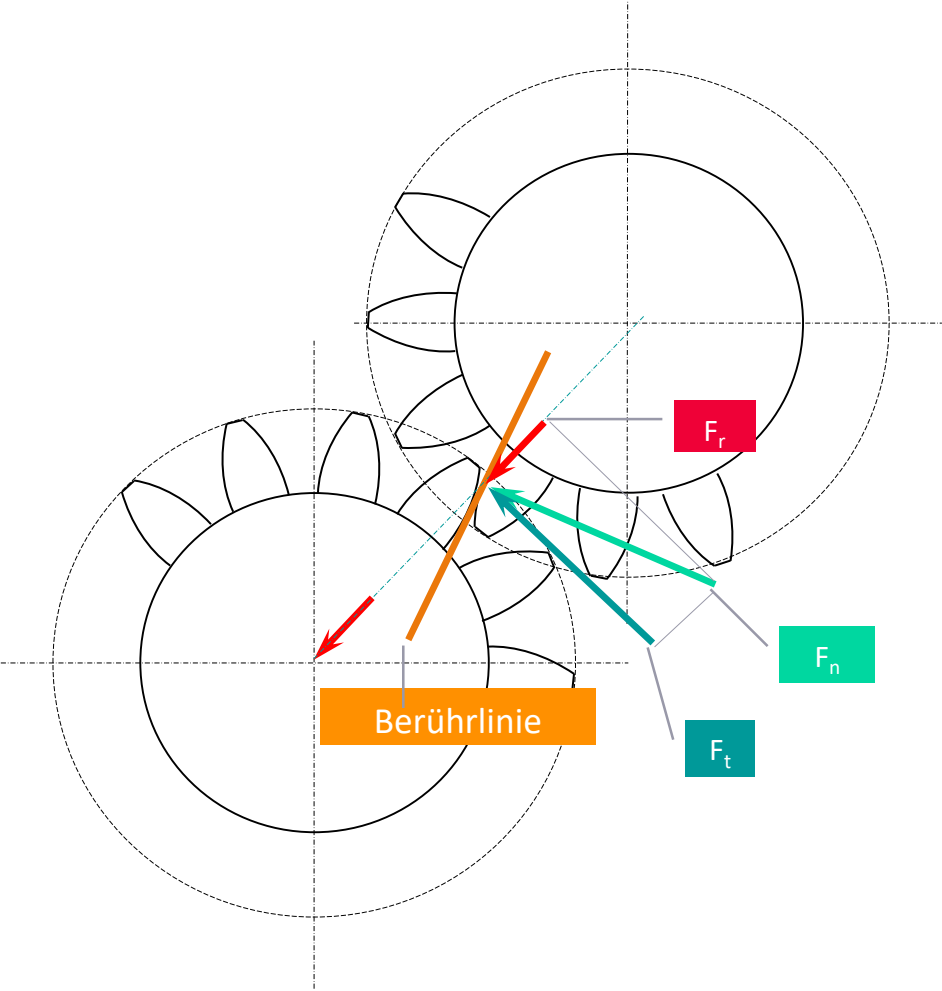
- Flexibles Prüfsystem
- Unterstützung der Arbeitsabläufe

Beispiel: Kalttest von Verbrennungsmotoren



- 100 % - Prüfung
- Nahtlos in Prüfsystem integriert
- Identifikation bekannter Fehler
- Alarmierung auffälliger Aggregate

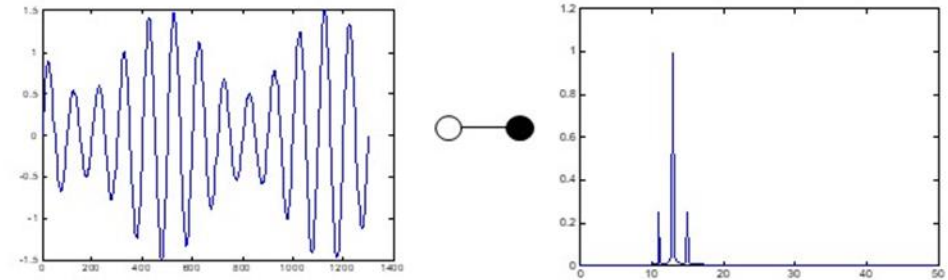
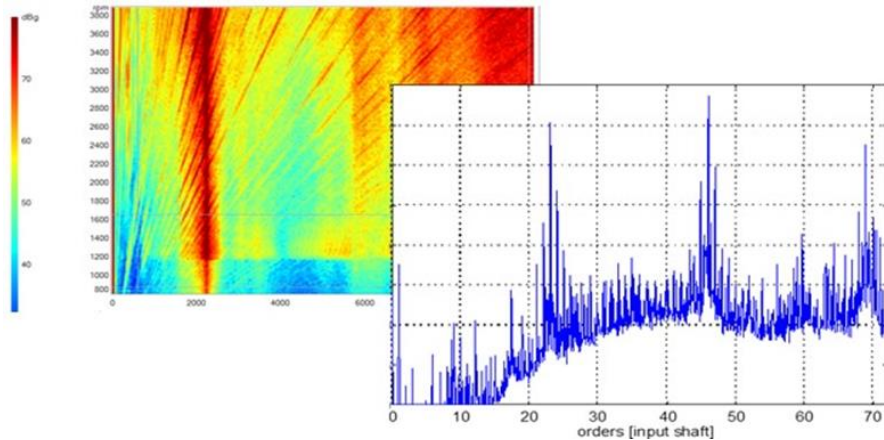
Fehlererkennung mittels Schwingung und Geräusch



Signalverarbeitung

Typische Methoden

- Spektralanalyse, Ordnungsspektralanalyse
- (Winkelsynchrone) Einhüllende
- Seitenbandanalyse
- (Winkelsynchrone) Cepstralanalyse
- Modulationsanalyse



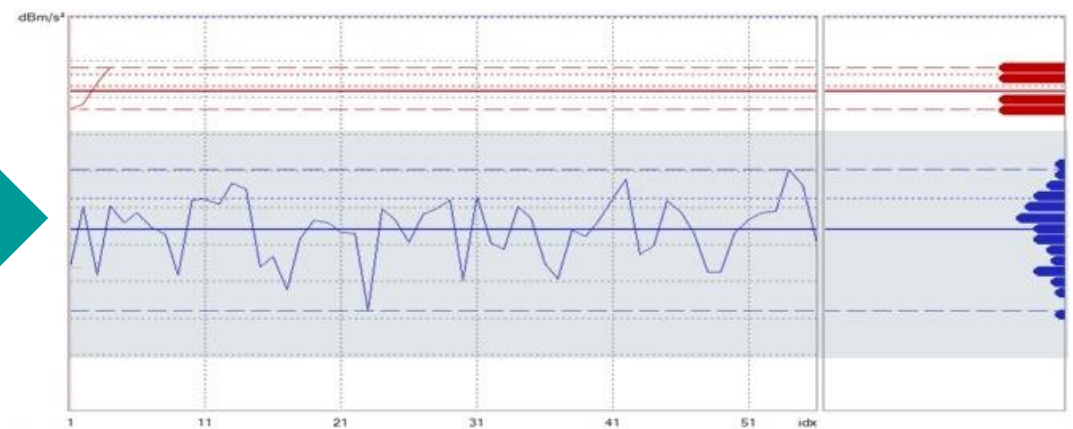
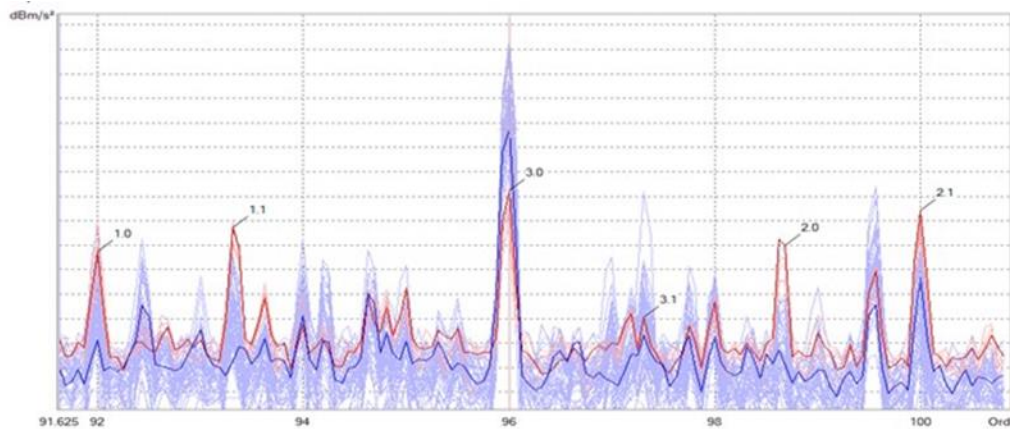
Algorithmen zur Fehlererkennung

- Hohe Selektivität
- Trennung der Signalkomponenten nach Quelle

Merkmalsberechnung

Merkmale für bekannte Fehler

- Beurteilung der Ausprägung eines Fehlers
- Ableitung eines Einzahlwertes
- Definition von Grenzwerten anhand von Vorgaben oder mittels Statistik
- Bewertung des Merkmals



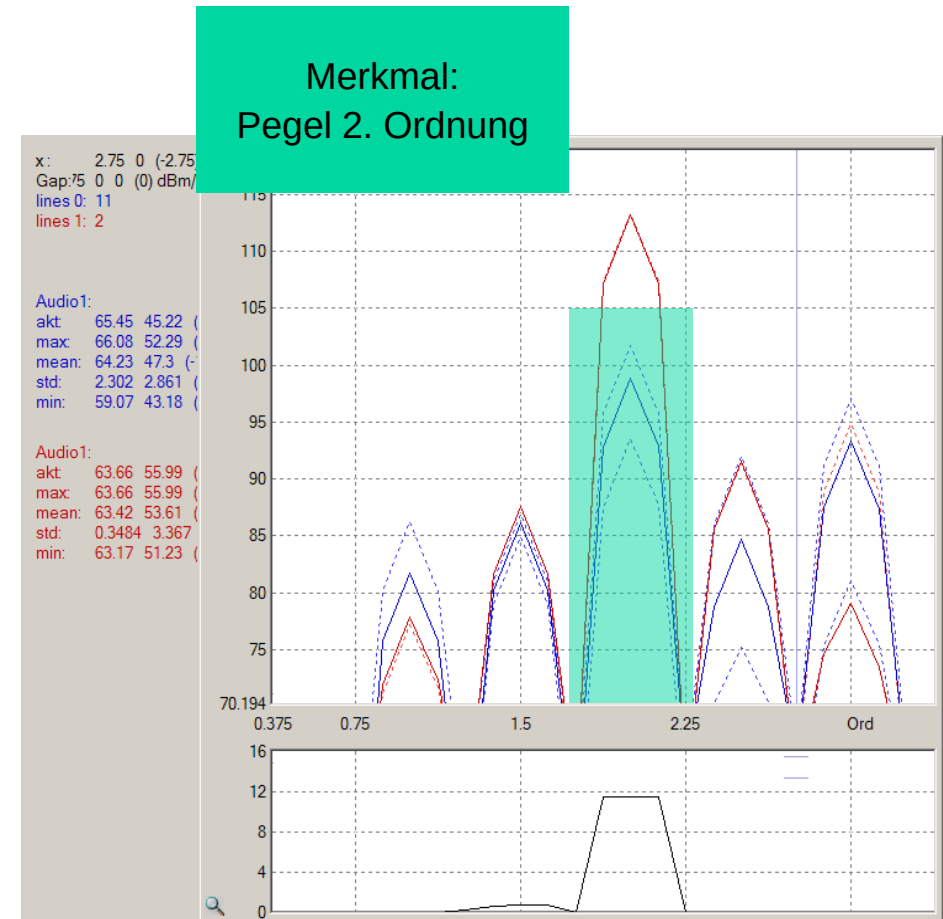
Beispiel: Ausgleichswelle verdreht eingebaut

Unwucht

- Ausgleichswelle dreht mit doppelter KW-Drehzahl
- Bewertung des Pegels der 2. Ordnung
- Statistische Obergrenze



Beschleunigungspegel

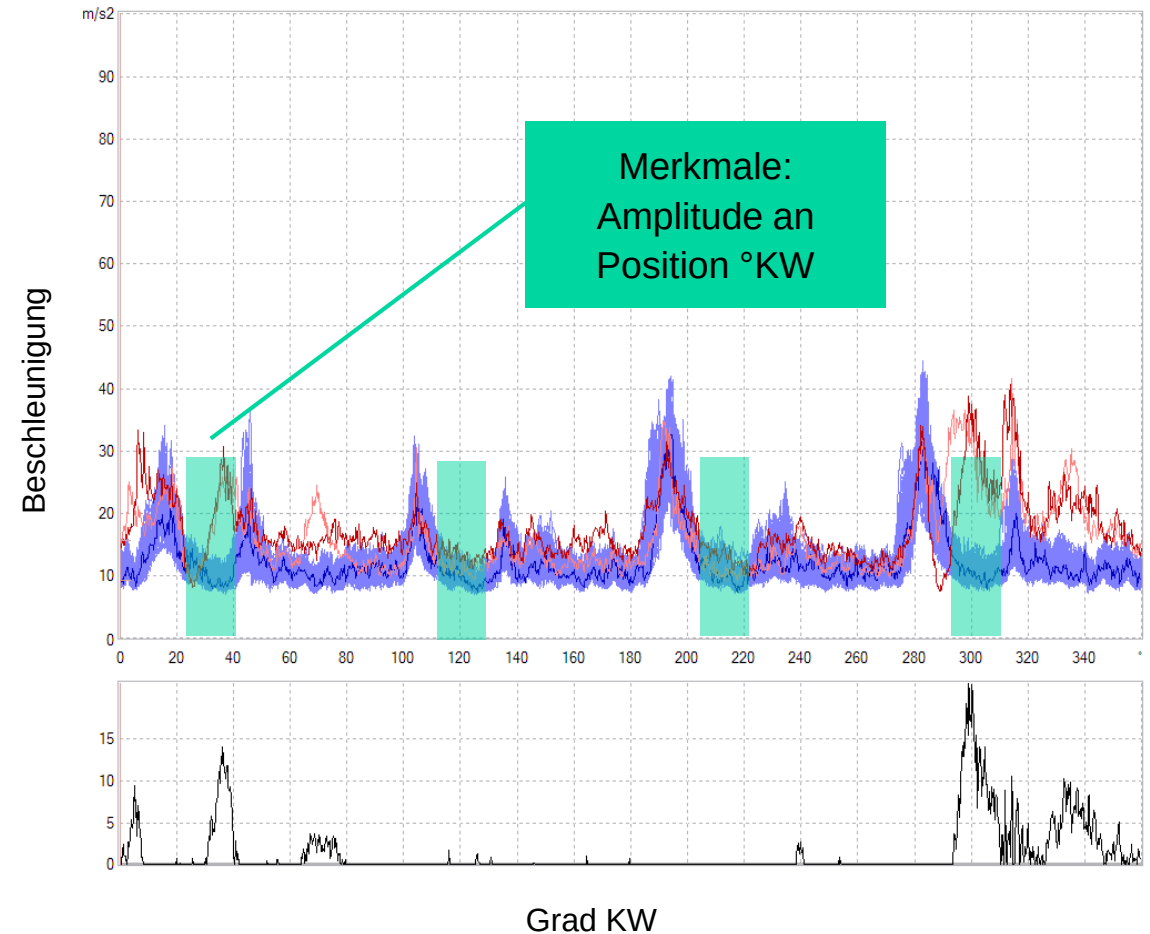


Ordnung KW

Beispiel: Rollenschlepphebel falsch montiert

Ventilgeräusche

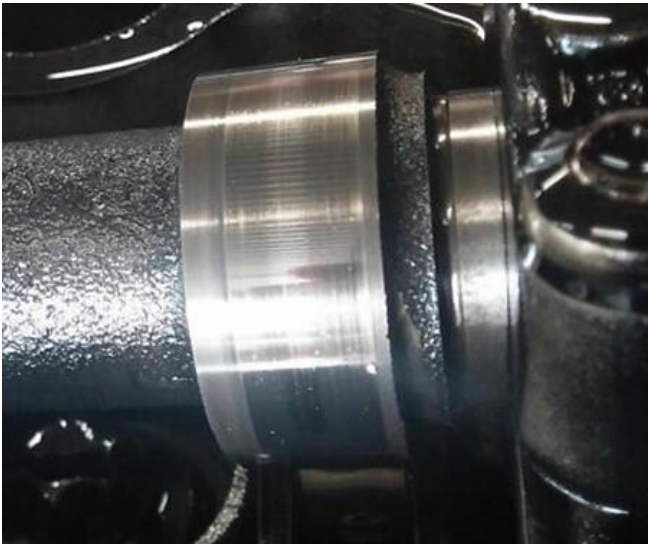
- Signalspitzen an KW-Winkeln, wo keine sein sollten
- Bewertung der Amplitude der synchron gemittelten Einhüllenden
- Statistische Obergrenze



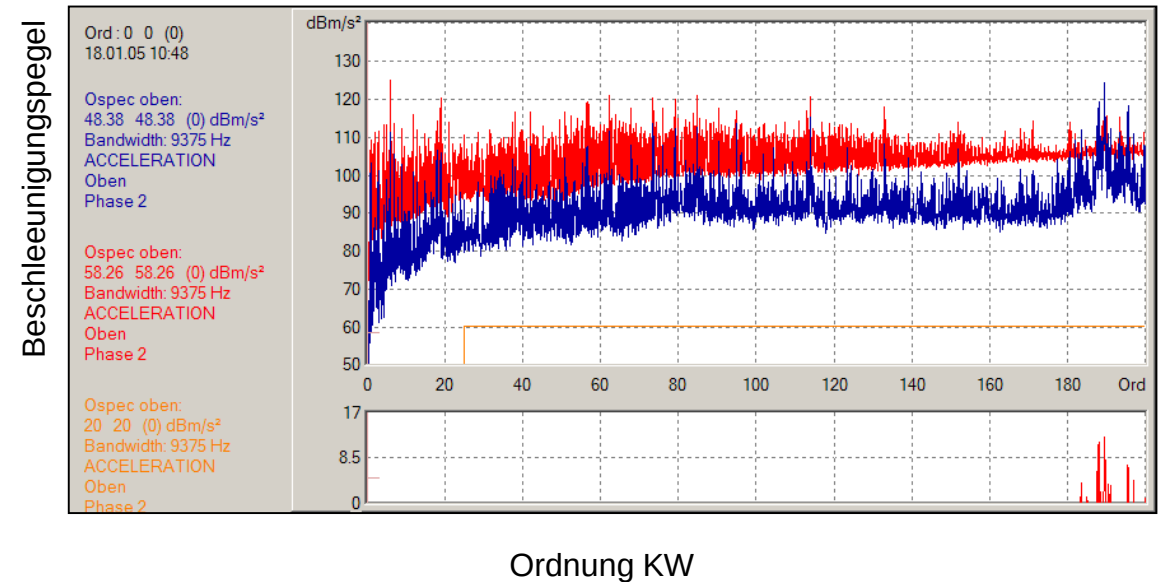
Beispiel: Rattermarke Nockenwelle

Rattermarke

- Erhöhter Pegel Ordnungslinien
- Position wird durch Geometrie bestimmt
- Bewertung durch Toleranzschlauch
Ordnungsspektrum
- Statistische oder automatische Obergrenze



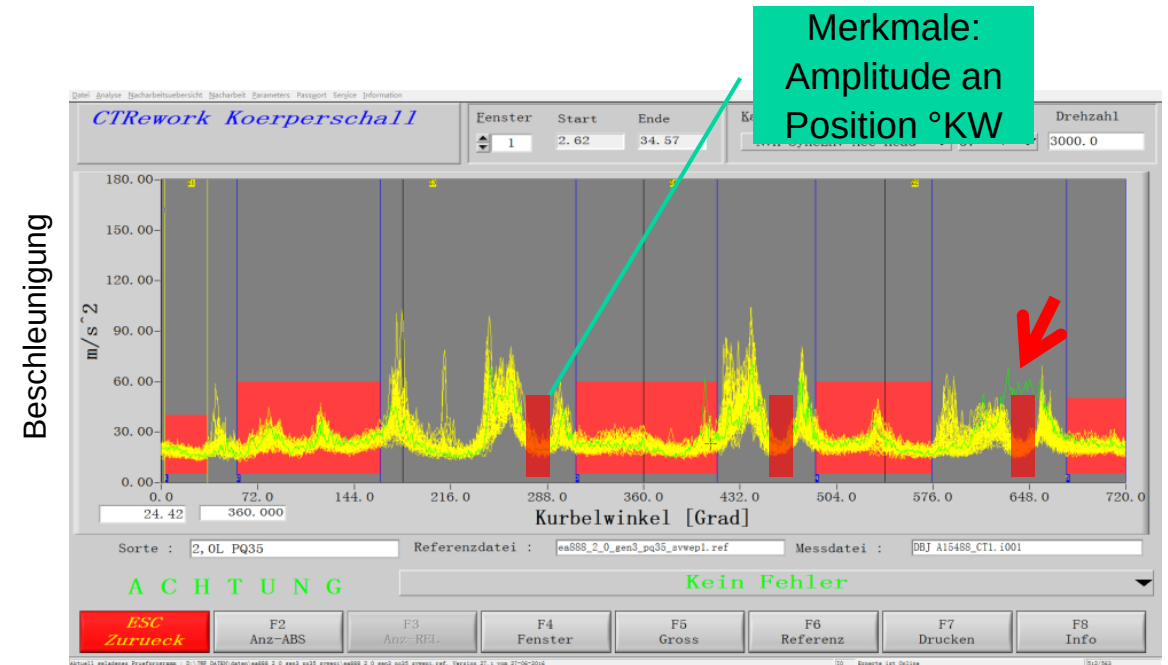
Merkmal:
Toleranz-
schlauch



Beispiel: Ventilkeil fehlt

Ventilgeräusche

- Signalspitzen an KW-Winkeln, wo keine sein sollten
- Bewertung der Amplitude der synchron gemittelten Einhüllenden
- Statistische Obergrenze



Grad KW

Erkennung neuer, bisher unbekannter Fehler

Simcenter Anovis Chameleon
Kontinuierlicher Prozess

Neues Fehlermerkmal zur Fehleridentifikation

Name	ID	Ist
Allgemein		
Ospect oben (maxdelta 226....	0	3.6
Ospect oben (mindelta)	0	0.0
NW-Rad	0	117.5

Chameleon erkennt auffälligen Prüfling: Fehlererkennung

Name	ID	Ist
Allgemein		
Ospect oben (maxdelta 226....	0	3.6
Ospect oben (mindelta)	0	0.0

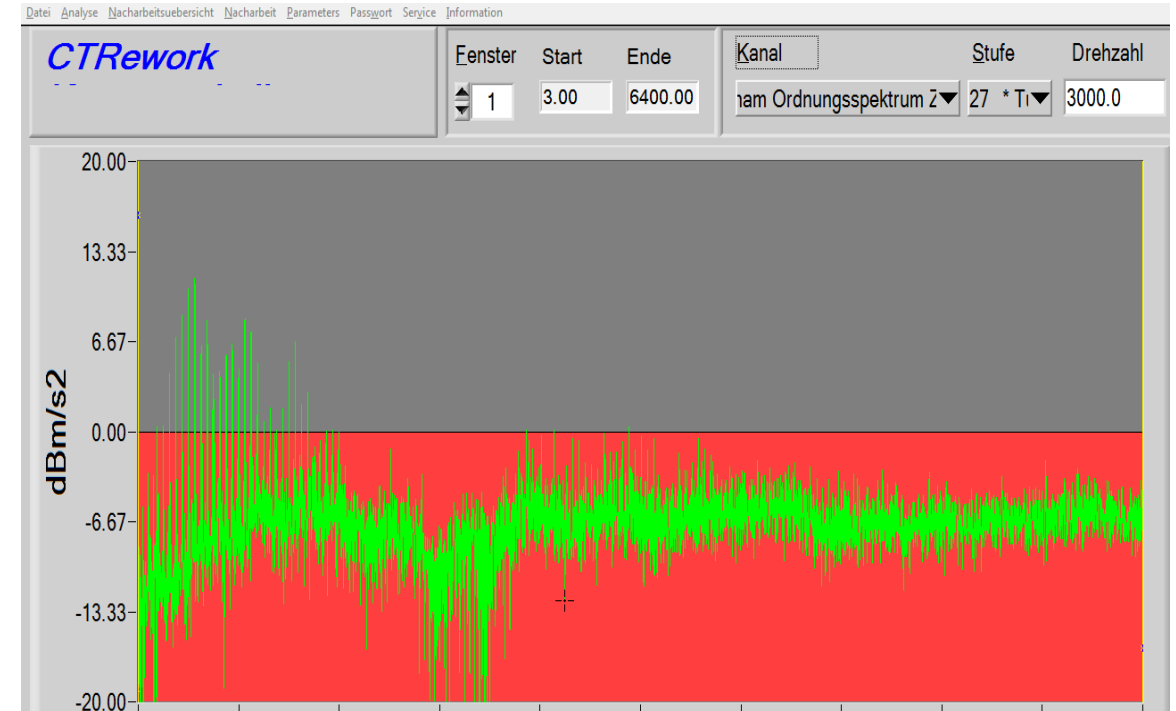
Datenanalyse: Bestimmung der Fehlerursache

Diagnose: Bestätigung der Fehlerursache

Beispiel Chameleon

Verbrennungsmotor mit auffälligen Signalkomponenten

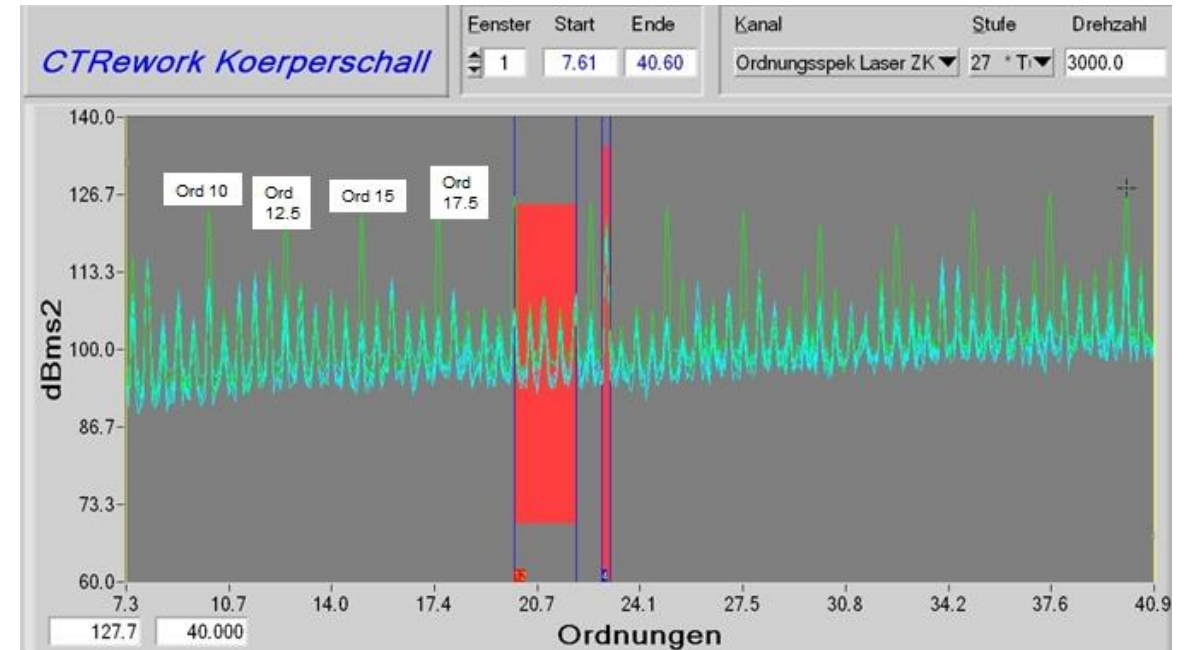
- Chameleon Ordnungsspektrum Zylinderkopf
- Hohe Ordnungspegel, wo keine sein sollten



Beispiel Chameleon

Auffällige Ordnungslinien

- Hohe Pegel im Abstand von 2,5 Ordnungen
- 5 Ereignisse pro Umdrehung NW
- Transiente Signale (Impulsfolge im Ordnungsbereich



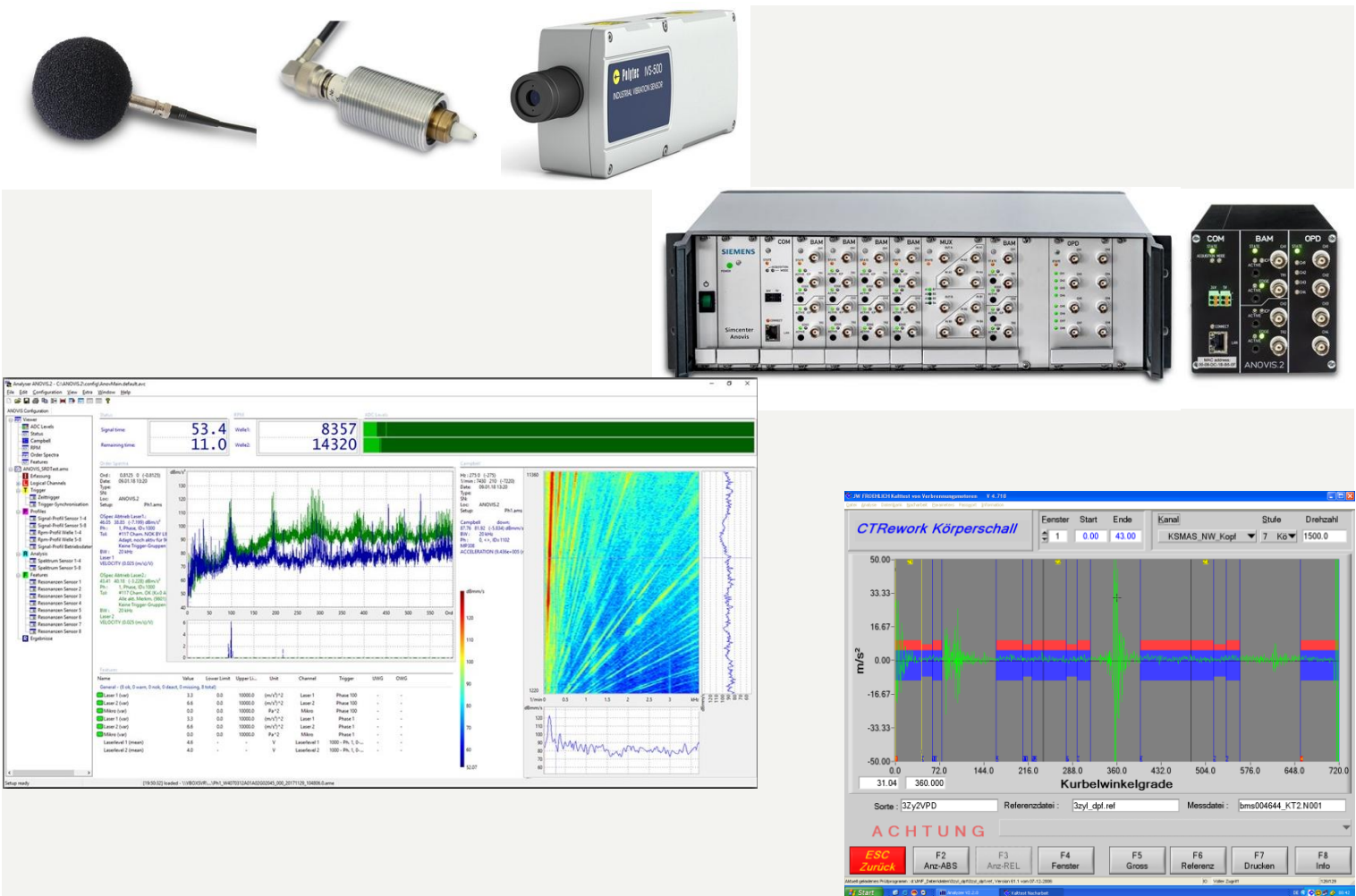
Beispiel Chameleon

Fehlerursache

- Gussnase wurde nicht beseitigt
- Fehlerhafte Fertigung
- Nase streift an Schrauben des NW-Stellers
- Serienfehler kam nicht zur Auslieferung



Aufbau des Schwingungs- und Geräuschprüfsystems



Sensoren
Schwingung, Geräusch und andere (z.B. Strom)
Berührende und Berührungslose Sensoren
Angepasst an Anforderungen des Tests

Signalerfassung
Modulare, industrietaugliche Hardware
Ethernet-Interface
Selbstüberwachung und Kalibrierung

Analyse, Merkmalsberechnung, Bewertung
Modulare Software
Spezielle Algorithmen zur Fehlererkennung
Automatische oder manuelle Grenzwertbildung

Integration in den Prüfstand
Nahtlose Integration in Prüfumgebung
Fernsteuerung durch Prüfsoftware
Integrierte Datenverwaltung

Signalerfassung

Industrietaugliche Mechanik

DIN rail Gehäuse
19" Gehäuse



Hochwertige Signaleingänge

75 kHz Bandbreite, 24 bit ADC, integrierter AA-Filter,
Signalkonditionierung und -überwachung

Präzise Tachokanäle

20 MHz Bandbreite
10 bit ADC, Integrierter AA-Filter,
Hohe Genauigkeit der Tachozeitpunkte

Ethernetverbindung

zum Host-PC
kein Treiber notwendig
Standard-PC



Optionale Module

Betriebsdaten zur Erfassung
Laserlevel

Geschaffen für die Produktionslinie

Flexibel konfigurierbare Software

Flowlets

Signalverarbeitungsmodulare zur Konfiguration von Prüfprogrammen – interaktiv per Mausklick

Online- und Offlinemodus

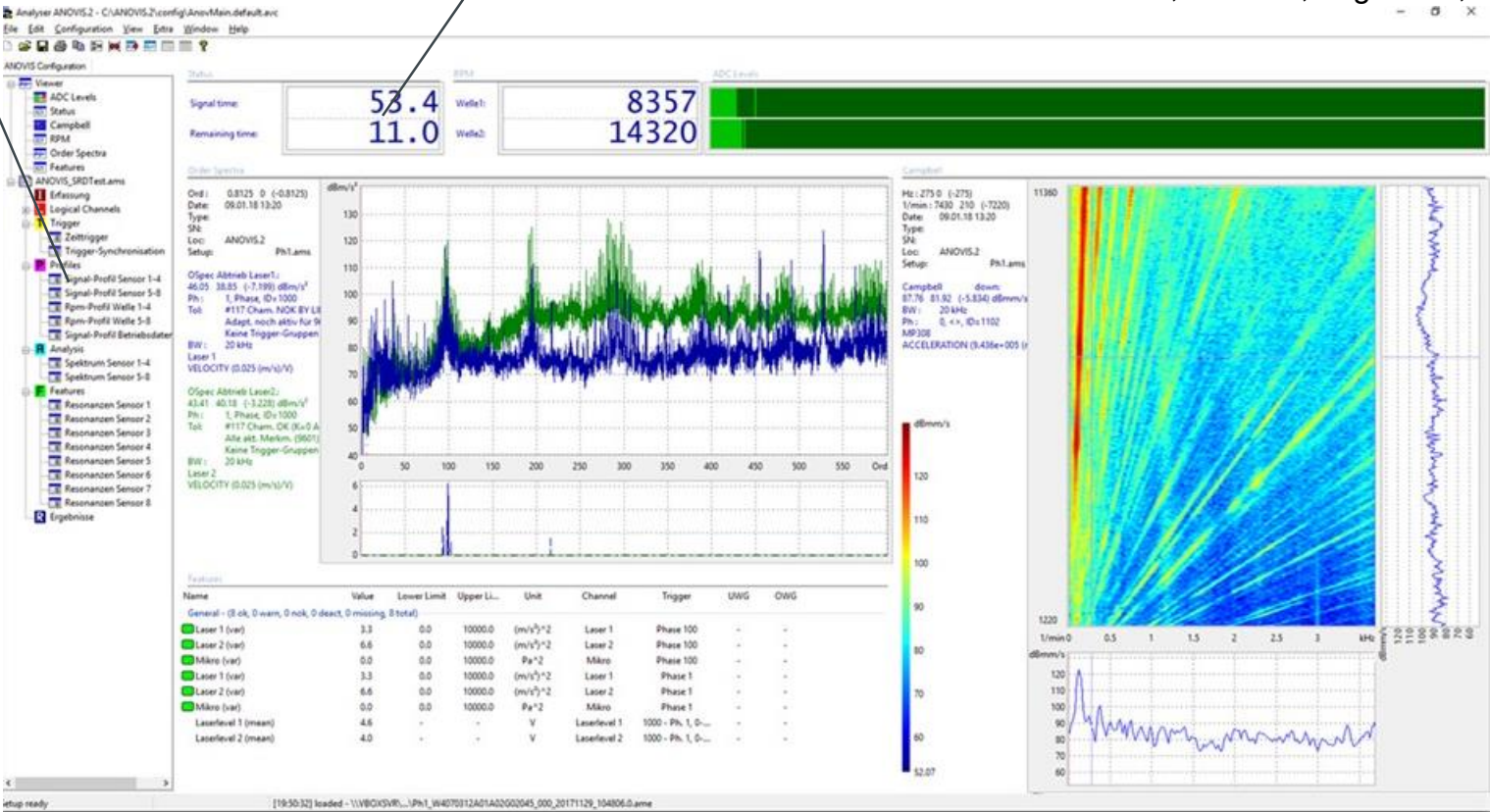
Datenaufzeichnung in offenen und dokumentierten Formaten
Automatische Offline-Analyse

Phasen

Realisierung komplexer Messabläufe

Online- und Offline-Datenvisualisierung

Viewer per Mausklick konfigurierbar 1D, 2D und 3D Viewer
Cursors, Markers, Legenden, ...



Unterstützung der Qualitätssicherung



Off-line-Analyse im Büro

- Fehlerursachen und neue Fehler
- Produktionsstatistik und Optimierung
- Schnelle Klassifizierung gesperrter Aggregate
- Finetuning

Integration in das QMS-System

- Integriertes Datenhandling
- Verknüpfung mit klassischen Test- und Produktionsdaten
- Big Data Analyse
- Zugriff durch Laborsysteme

Unser Portfolio

End-of-Line-Test

Fehleridentifikation

i.O./n.i.O.-Entscheidung

Beispiele:

- Motoren, E-Antriebe
- Getriebe
- E-Motoren und Baugruppen

Zerstörungsfreie Prüfung

Resonanztest

Risse, Porosität, Dichte, etc.

Beispiele:

- Sinterbauteile
- Guss- und Schmiedeteile
- Karosserieteile

Prozessüberwachung

Bruch- und

Verschleißerkennung

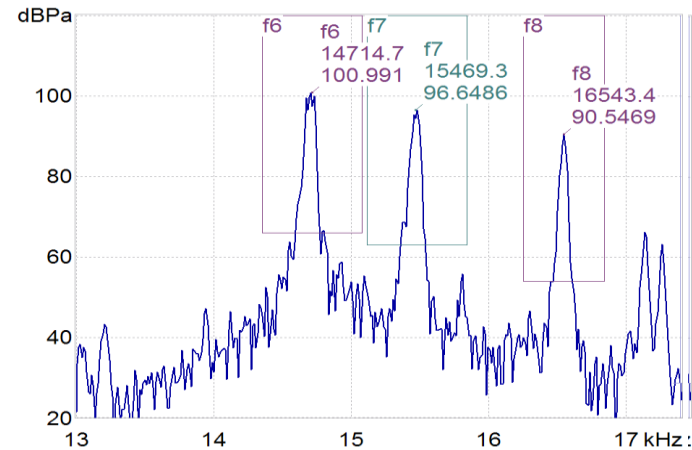
Beispiele:

- Pressen, Stanzen, Bearbeitungsmaschinen
- Fügeprozesse
- Montageprozesse

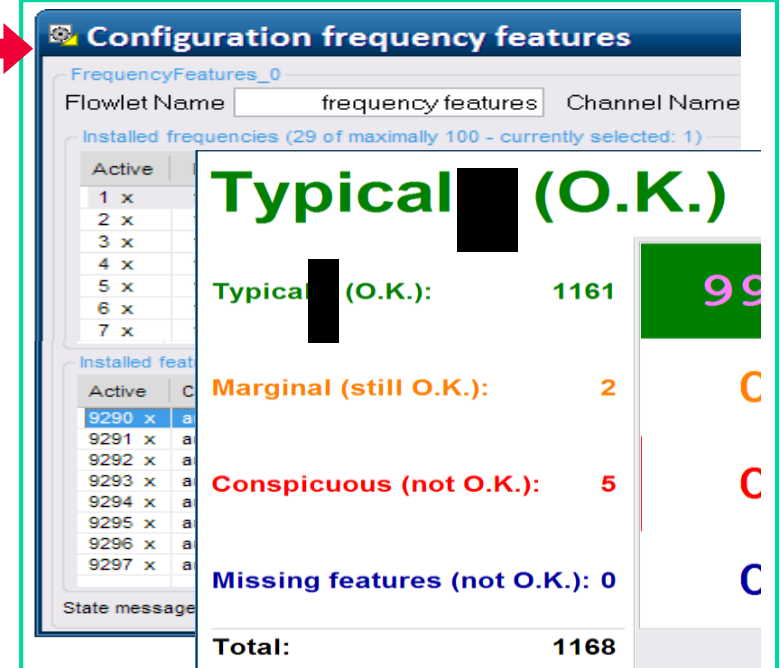
Akustische Resonanzprüfung



- Teileauflage/Rutsche
- Anregung
- Signalaufzeichnung



- Frequenzanalyse
- Resonanzparameter



- Merkmalsdefinition
- Merkmalskombination
- Bewertung

Prozessüberwachung

Aufgabe: Brucherkennung bei der Montage von Kugelgelenken

Lösung: Simcenter Anovis Prozessüberwachung

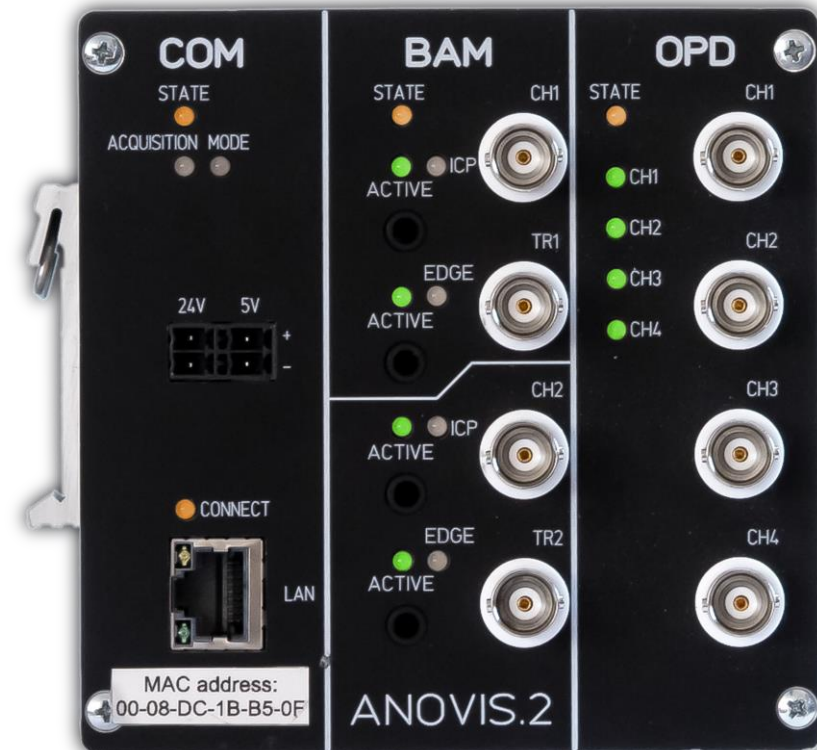
- Mikrofon zur Geräuscherfassung
- Simcenter Anovis SRD für Aufzeichnung
- Simcenter Anovis Software
Prozessüberwachung

Im Fall eines Bruchs wird das betroffene Teil aussortiert



Zusammenfassung

- 100% NVH-Prüfung im End-of-Line-Test: Wichtiges Werkzeug zur objektiven Qualitätskontrolle
- Typische Fehlerbeispiele zeigen die Leistungsfähigkeit der Methode
- Messkette beruht auf physikalischen Zusammenhängen bei der Schwingungs- und Geräuscentstehung
- Statistische Bewertungsverfahren erlauben kontinuierliche Erhöhung der Produktqualität.
- Anwendungen von Simcenter Anovis auch außerhalb des End-of-Line-Tests möglich



| Fragen & Antworten

Olaf Strama | Director Business Development Simcenter Anovis

olaf.strama@siemens.com

Bernhard Scharinger | Portfolio Development - Simulation & Testing

bernhard.scharinger@siemens.com