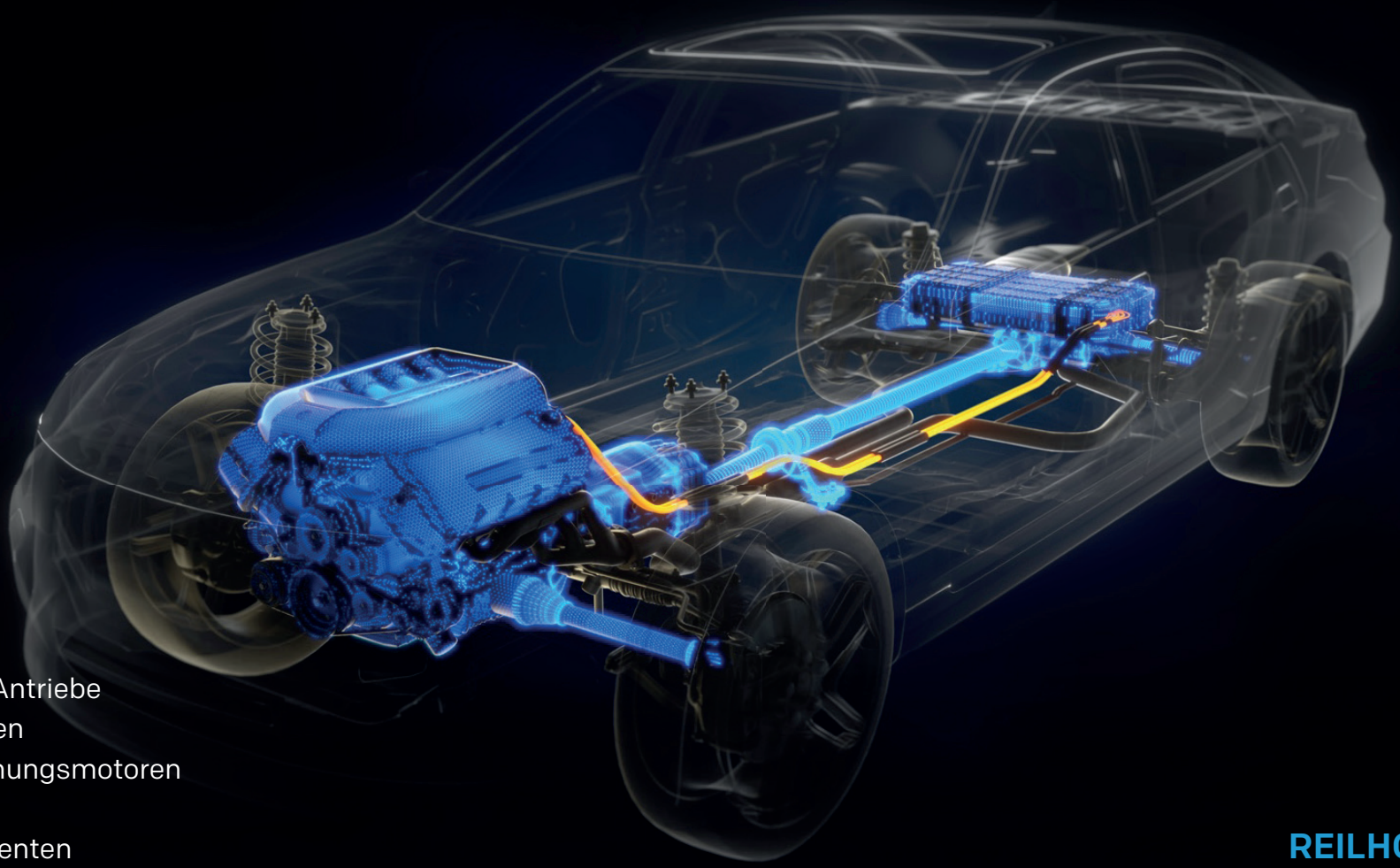
AKUSTISCHE SCHADENSFRÜHERKENNUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG AM ANTRIEBSSTRANG



- E-Drive Antriebe
- E-Motoren
- Verbrennungsmotoren
- Getriebe
- Komponenten

REILHOFER KG

INHALT

eolANALYSER v3	**3**	Intro
	4	Qualitätssicherung
deltaANALYSER v3	**15**	Intro
	16	Schadensfrüherkennung
Reilhofer Order Calculator (ROC)	**23**	Intro
	24	Ordnungsberechnung
speedBox	**27**	Intro
	28	Drehzahlaufbereitung
Global Failure Database	**31**	Intro
	32	Globale Schadensdatenbank
REFERENZEN	**34**	Übersicht
	35	Europa
	37	Asien
	39	Nord- und Südamerika

Impressum
Nachdruck, Kopieren, Aufnahme in Onlinemagazinen und Internet sowie Vervielfältigungen jeder Art nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung der REILHOFER KG.

© REILHOFER KG, Ausgabe 2020

FEHLER: FREI.

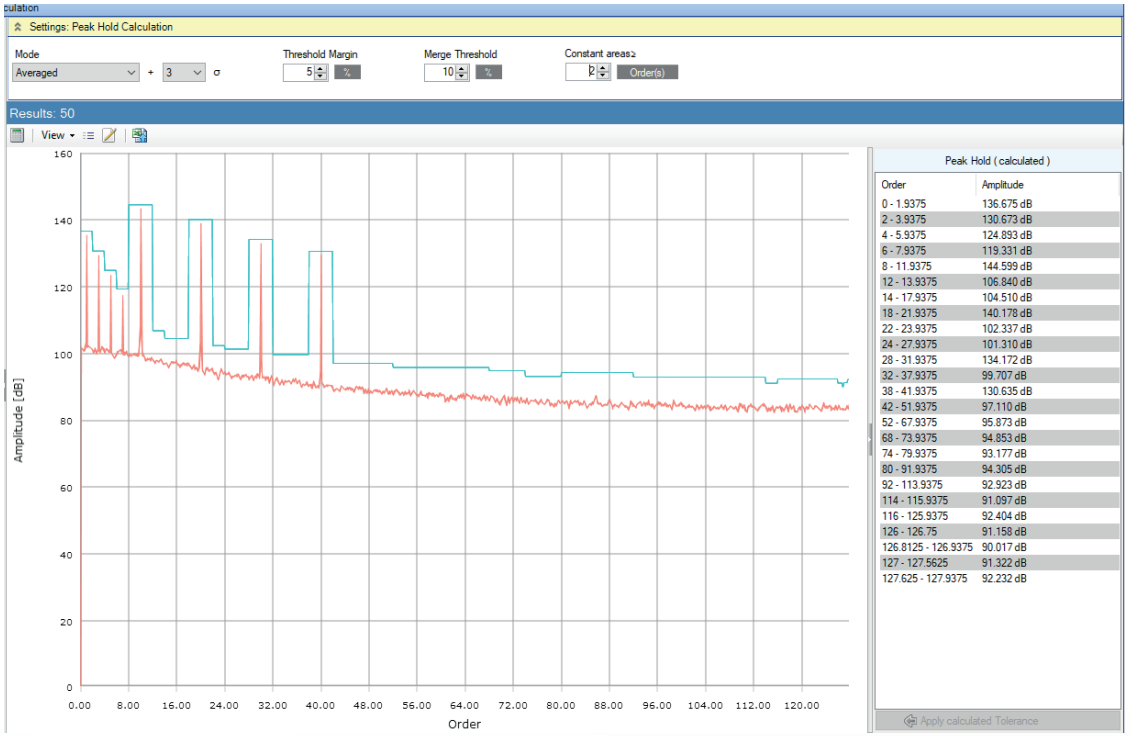
eol
ANALYSER v3

Der eolANALYSER wurde ursprünglich – vor mehr als 20 Jahren - speziell für die Qualitätskontrolle am Antriebstrang entwickelt. Im Wesentlichen wurde er zur Erkennung von Produktionsfehlern für Getriebe und Verbrennungsmotoren eingesetzt. Aber genau wie die Prüfobjekte haben sich mit den Jahren die Ansprüche und Anforderungen der Kunden verändert und entwickelt. Selbstverständlich ist für die Kunden ein fehlerfreies, funktionsfähiges Produkt Voraussetzung. Die Qualität des Produktes wird aber zu dem stark über weitere Eigenschaften wie z.B. Geräuschkomfort/Akustik definiert. Zudem haben wir, dank unserem deltaANALYSER, der im Entwicklungs-Bereich eingesetzt wird, frühzeitig viel über die Anforderungen und Ansprüche der neuen Antriebstechnologien gelernt. Die daraus resultierenden gestiegenen Anforderungen an die Qualitäts-Endkontrolle und deren Methoden haben wir bereits erfolgreich in unser akustisches Qualitätsendkontroll-Diagnose-System, den eolANALYSER, integriert. So prüfen wir für unsere Kunden bereits seit geraumer Zeit erfolgreich alternative Antriebskonzepte wie Hybride, elektrische Achsen oder auch die Einzelkomponenten wie den Elektro-Motor oder das Reduktionsgetriebe. Ohne den Verbrennungsmotor – der im Gegensatz zu den vor genannten Antrieben - viel mehr Geräusche erzeugt, bekommen nun bisher akustisch unauffällige Komponenten eine Prüfrelevanz. Daher haben wir den eolANALYSER auch für den Einsatz an Komponenten wie kleineren Stell- und Antriebsmotoren optimiert.

Für die beiden Hauptaufgaben eines akustischen Diagnose-Systems ergeben sich zwei unabhängige zu verfolgende Konzepte der Grenzwertdefinition.

1. Geräuschkomfort - das akustische Verhalten im Fahrzeug – manuelle Grenzwertdefinition

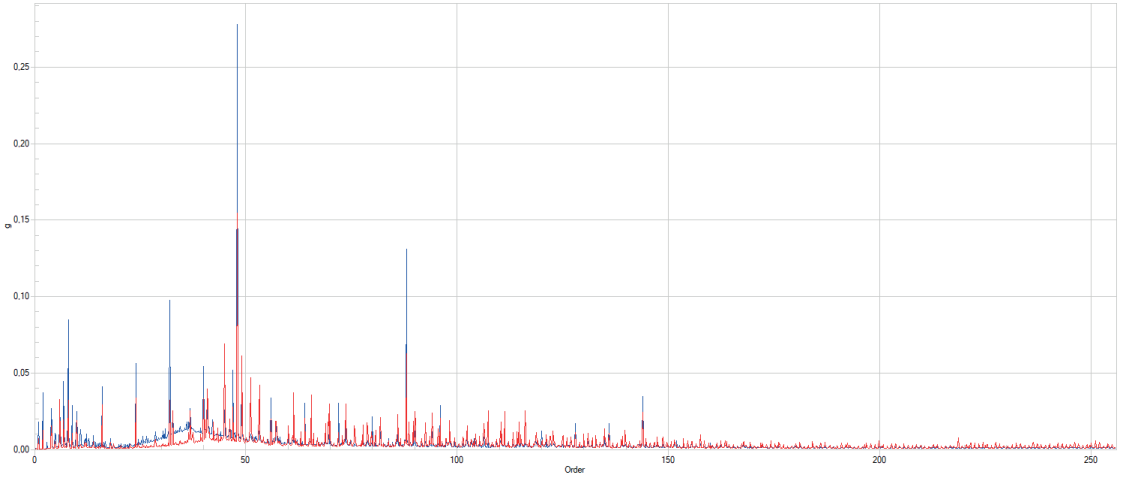
Was für eine Geräuschkulisse verursacht der Prüfling und ab wann wird diese vom Kunden als unangenehm oder inakzeptabel wahrgenommen, obwohl mechanisch kein Fehler vorliegt. Diese Schwelle hängt von vielen Faktoren ab und kann von Fahrzeug zu Fahrzeug oder bereits von einem Derivat zum Anderen unterschiedlich sein. Daher lassen sich diese Schwellen nur durch rechtzeitige umfangreiche Messungen und empirische Methoden ermitteln. Die so ermittelten Grenzwerte gelten dann direkt von Beginn der Serien-Produktion. Deshalb sollte in einem modernen eol-Diagnose-System eine manuelle Grenzwert-Definition möglich sein. Trotzdem sollte das System seinen Anwender idealerweise bei der Definition der Grenzwerte unterstützen. Indem es zum Beispiel basierend auf vorhandenen Messungen und unter Verwendung bekannter und gängiger statischer Methoden wie Standardabweichung mit oder auch ohne Offset schnell und einfach Grenzwertempfehlungen ermittelt. Im Bedarfsfall können die vorgeschlagenen Grenzwerte nach Excel exportiert werden. Diese Datei kann als Grenzwertdefinition geladen und dank der verfügbaren netzwerkbasierten Konfiguration sofort am eolANALYSER aktiviert werden. Auch eine Adaption einzelner Werte in der Datei oder der finalen Grenzwertdefinition ist jederzeit möglich.



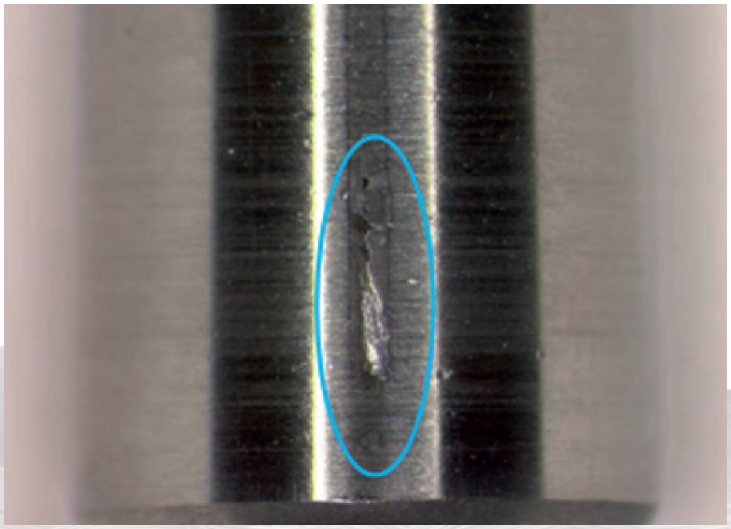
Messdaten basierte Grenzwertdefinition für Peak Hold Spektrum mit verschiedenen Sigmas

2. Produktionsfehler

Antriebs-Systeme aber auch bereits kleinere Komponenten bestehen aus einer Vielzahl an Bauteilen. Die möglichen Fehlerquellen und -arten bei der Produktion aller Bauteile als auch die akzeptablen Toleranzbereiche für jedes Bauteil sind so groß und unterschiedlich, dass nicht alle erdenklichen Fehlerbilder eingelernt oder abgeschätzt werden können. Daher benötigt man neben manuellen Grenzwerten auch ein System und eine Methodik zur Grenzwertdefinition, die auf dem aktuellen Verhalten der Produktion basiert und sich selbstständig an die kontinuierlich verändernden aber akzeptablen Schwankungen der Produktion einstellt. Nur so ist man in der Lage jederzeit mit der größten Sensibilität die gesamte Bandbreite an möglichen Fehlerbildern zu erkennen.



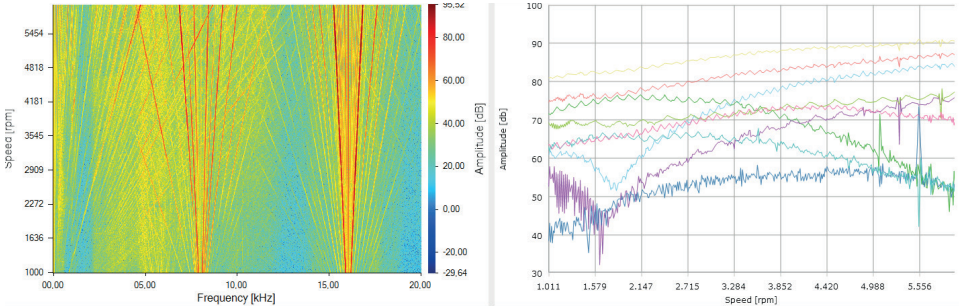
Spektrum Lagerschaden mit defektem Rollelement



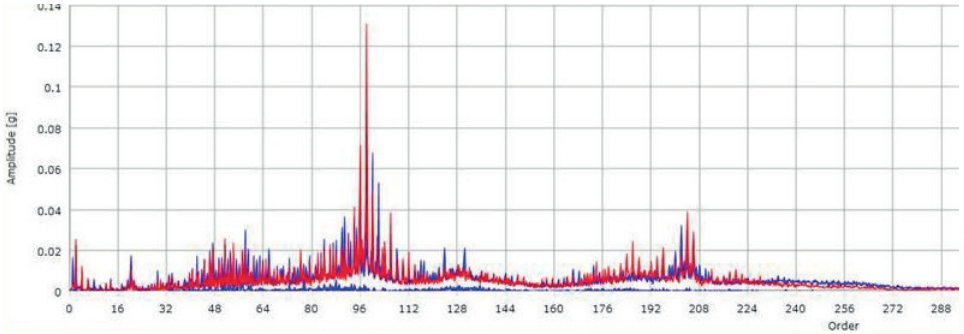
Lagerschaden – defektes Rollelement

Methoden zur Erkennung von akustischen Auffälligkeiten und Produktionsfehlern

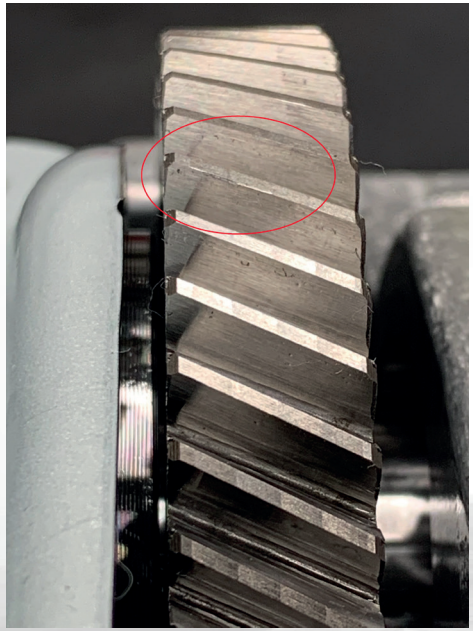
Für jedes Produkt und jede Produktion existiert eine Vielzahl an Fehlereinflussmöglichkeiten und Fehlerbildern. Auch die Arten wie sich diese Fehler zeigen und äußern sind sehr unterschiedlich. Hinzu kommt, dass die unterschiedlichen Prüfobjekte auch unterschiedliche Verfahren und Analysemethoden benötigen. Daher sind im eolANALYSER in Summe aktuell über 25 verschiedene Bewertungsmethoden integriert, um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen. Wie zum Beispiel das speziell für Elektro-Motoren eingebundene Verfahren der „Frequenzschnitte" zur Analyse von Inverter-Seitenbändern.



Beispiel einer eolANALYSER - Auswertung an einem E-Drive: Spektrogramm & Frequenzschnitt



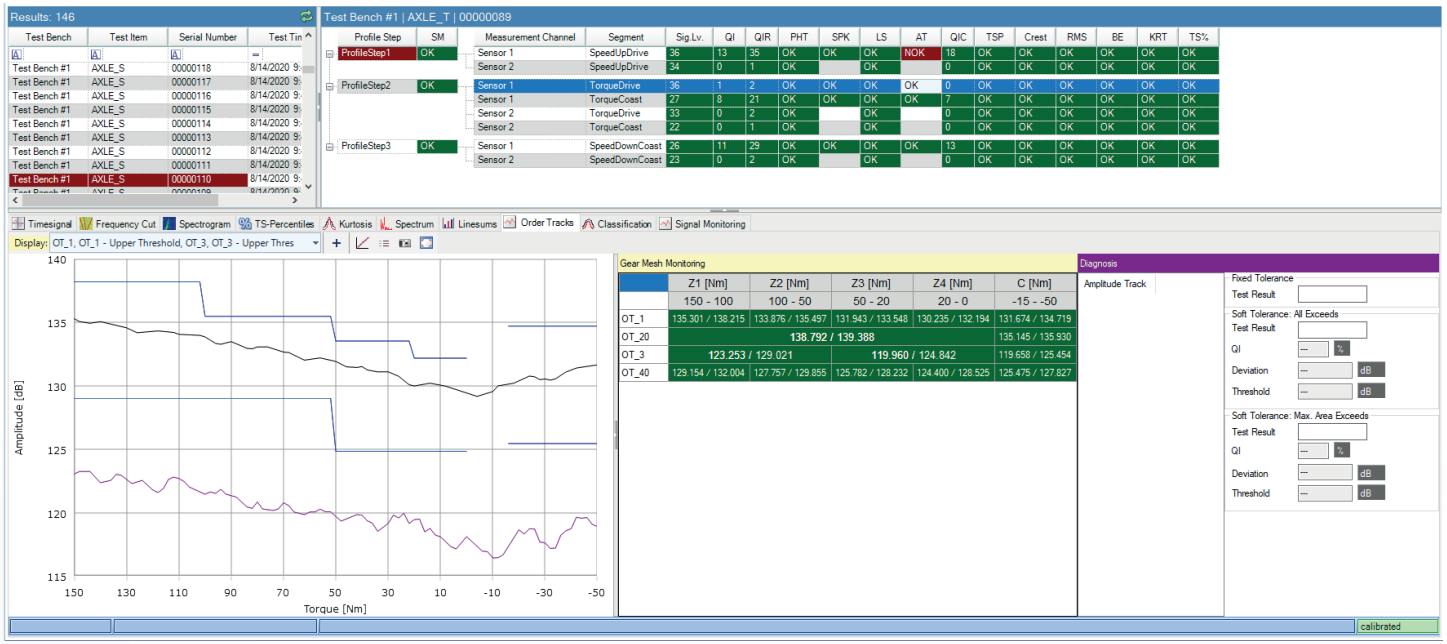
Spektrum zum Verzahnungsfehler



Fehlerbild einer Verzahnung

Datenanalyse und Reporting

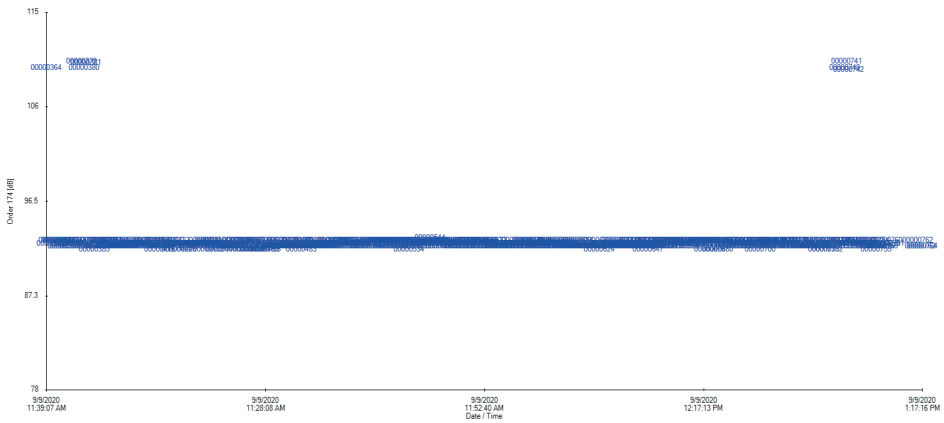
Die integrierte Auswertesoftware ermöglicht es die Messergebnisse jeden Prüflings bis ins kleinste Detail zu analysieren. Bei Eingabe der Seriennummer im Live Filter erscheinen alle durchgeführten Tests des Prüflings, unabhängig vom Prüfstand. Dies ist hilfreich, wenn man zum Beispiel die Ergebnisse und das Spektrum des Original-Test mit einer Wiederholmessung vergleichen möchte oder regelmäßig einen Masterprüfling als Referenz testet.



Beispiel einer Detail-Analyse in der Evaluation.NET Software: Order / Amplitude tracking

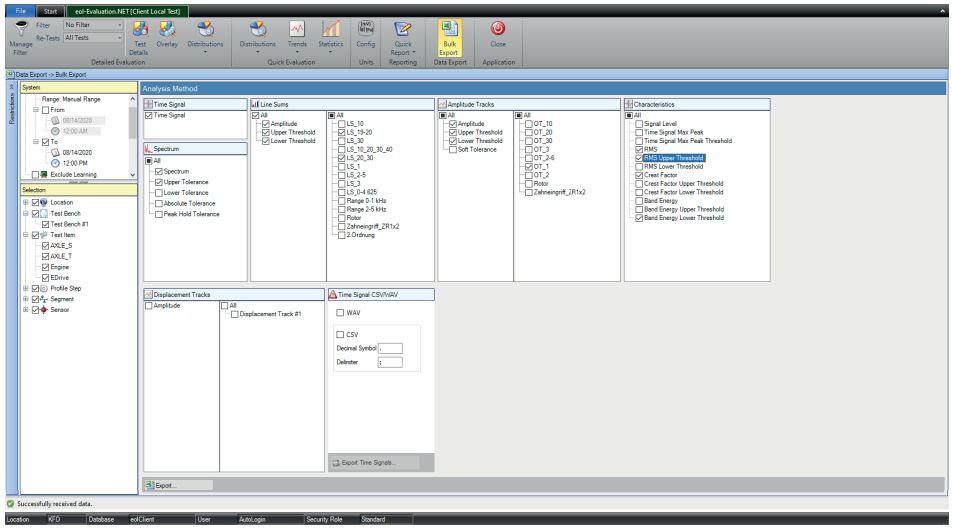
Konfigurierbare und speicherbare Filter optimieren den Arbeitsfluss und helfen dabei die Datenmenge bedarfsgerecht zu reduzieren. So gelingt es, sich innerhalb kurzer Zeit einen Überblick über die laufende Produktion zu verschaffen und wenn nötig auch gezielt Schwerpunkte zu analysieren.

Eine Vielzahl von Statistik-Funktionen und Trendverläufen wie zum Beispiel die Ordnungs-Cloud erleichtern den Arbeitsalltag der Qualitäts-Sicherung und -Kontrolle weiter. Mit wenigen Klicks kann so die Stabilität akustisch relevanter Ordnungen, wie zum Beispiel dem Zahneingriff, visualisiert und überprüft werden.



Ordnungs-Cloud zum Pegel der Zahneingriffs-Ordnung in der Evaluation.NET Software

Für ein umfangreiches Reporting stehen diverse Funktionen und Formate, wie zum Beispiel ASAM ODS ATFX, wav, xml, csv etc., für einen Einzel- oder auch Massenexport zur Verfügung.



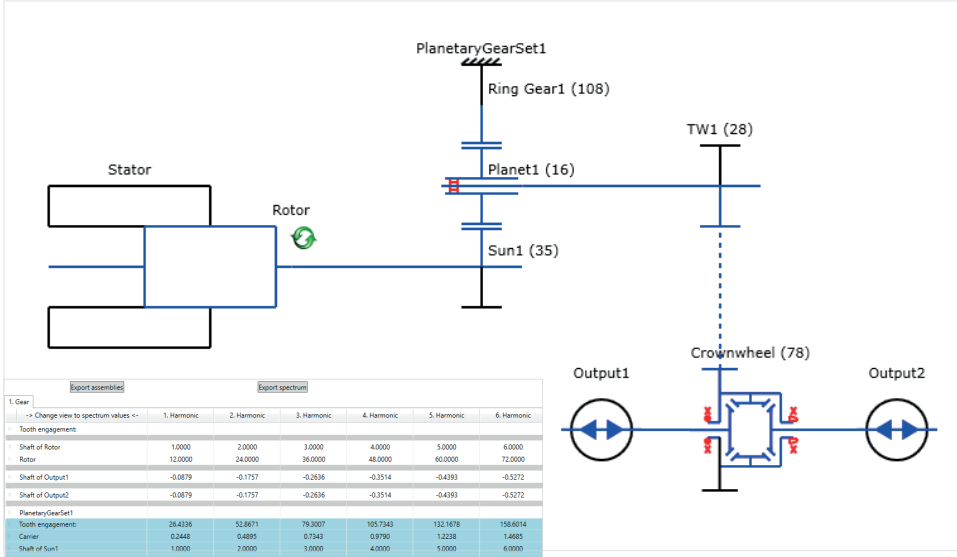
Massen Export der Evaluation.NET Software

HIGHLIGHTS DES EVALUATION.NET

- Einzel- oder Massen Export in diversen Formaten, wie zum Beispiel ASAM, wav, xml, csv etc.
- konfigurierbare Filter für eine effektive Datenselektion
- Überlagerungs– und Vergleichsmöglichkeiten
- Optimales Reporting dank integrierter Schnellübersichten zu Trendverläufen und umfangreichen Statistiken und Verteilungsfunktionen

Analyse-Unterstützung durch Integration des Reilhofer Order Calculator (ROC)

Jeder Prüfling mit beweglichen Komponenten erzeugt mehr oder weniger laute Geräusche. Dabei verursachen rotierende Bauteile, wie zum Beispiel Zahnräder eines Getriebes oder die Magnet-Paare eines Elektromotors, ein kontinuierliches sich stetig wiederholendes Geräusch, dessen Frequenzen/Ordnungen man berechnen kann, um diese Komponente und deren möglichen Fehler im Spektrum zu identifizieren. Da jedes Bauteil in Abhängigkeit der Konstruktion, des Transferpfades bzw. der Sensorposition sich nicht nur in einer Frequenz/Ordnung äußert, sondern auch Effekte wie Harmonische und Seitenbänder zu beachten sind, wird die Liste der relevanten Ordnungen zur Schadensanalyse schnell sehr groß und umfangreich. Andere Komponenten wie Wälz-Lager haben für sich bereits 4 Frequenzen/Ordnungen, die sich im Schadensfall äußern können – Käfig, Innen- oder Außenring und die Wälzkörper - auch wieder mit Harmonischen und Seitenbändern. Der ROC berücksichtigt bei seiner Berechnung und Visualisierung alle möglichen Optionen und Kombinationen bis zur 50. Harmonischen und den zughörigen Seitenbändern.
Dank der zahlreichen verfügbaren Standard-Module kann ein Prüflings-Modell in wenigen Minuten berechnet werden. Dank der Speicherfunktionen können nach der Grundkonstruktion verschiedene Derivate mit leicht anderen Zahnradpaarungen oder geänderter Lagergeometrie etc. kinderleicht und schnell adaptiert werden. So stehen in kürzester Zeit alle analyserelevanten Ordnungen neu berechnet zur Verfügung. Die ermittelten Ordnungen können exportiert und als manuelle Analyse-Unterstützung verwendet werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit die Modelle in den eolANALYSER zu importieren, um diese für eine automatisierte Mustererkennung zu nutzen.



Export assemblies | Export spectrum

1. Gear

-> Change view to spectrum values <-	1. Harmonic	2. Harmonic	3. Harmonic	4. Harmonic	5. Harmonic	6. Harmonic
Tooth engagement:						
Shaft of Rotor	1.0000	2.0000	3.0000	4.0000	5.0000	6.0000
Rotor	12.0000	24.0000	36.0000	48.0000	60.0000	72.0000
Shaft of Output1	-0.0879	-0.1757	-0.2636	-0.3514	-0.4393	-0.5272
Shaft of Output2	-0.0879	-0.1757	-0.2636	-0.3514	-0.4393	-0.5272
PlanetaryGearSet1						
Tooth engagement:	26.4336	52.8671	79.3007	105.7343	132.1678	158.6014
Carrier:	0.2448	0.4895	0.7343	0.9790	1.2238	1.4685
Shaft of Sun1	1.0000	2.0000	3.0000	4.0000	5.0000	6.0000
Shaft of Planet1	-1.6521	-3.3042	-4.9563	-6.6084	-8.2605	-9.9126
Shaft of Ring Gear1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
TW1 X Crownwheel	6.8531	13.7063	20.5594	27.4126	34.2657	41.1189
Shaft of TW1	0.2448	0.4895	0.7343	0.9790	1.2238	1.4685
Shaft of Crownwheel	-0.0879	-0.1757	-0.2636	-0.3514	-0.4393	-0.5272
Output left	-0.0879	-0.1757	-0.2636	-0.3514	-0.4393	-0.5272
Output right	-0.0879	-0.1757	-0.2636	-0.3514	-0.4393	-0.5272
Bearings:						
Planet Carrier - left on PlanetaryGearSet1						
cage	0.6884	1.3767	2.0651	2.7535	3.4419	4.1302
inner ring	10.6010	21.2019	31.8029	42.4038	53.0048	63.6058
outer ring	7.5721	15.1442	22.7163	30.2885	37.8606	45.4327
rolling element	4.8186	9.6372	14.4559	19.2745	24.0931	28.9117
1. Hollow shaft Case - left on Crownwheel						
cage	0.0366	0.0732	0.1098	0.1464	0.1830	0.2197

Reilhofer Order Calculator Beispiel e-drive

HIGHLIGHTS DES Reilhofer Order Calculator (ROC)

- Zur Konstruktion und Berechnung diverser Prüflings-Typen geeignet, zum Beispiel Getriebe/E-Drive/Verbrennungs-Motoren/E-Motoren/Komponenten
- Zusammenfügen von Einzelkomponenten/-konstruktionen zu einem Systemverbund möglich, zum Beispiel einen kompletten Antriebsstrang bestehend aus Verbrennungs-Motor, Getriebe und Differential.
- Exportfunktion
- Integrierbar in eolANALYSER sowie auch in deltaANALYSER

Web-basierte System-Konfiguration und Datenauswertung

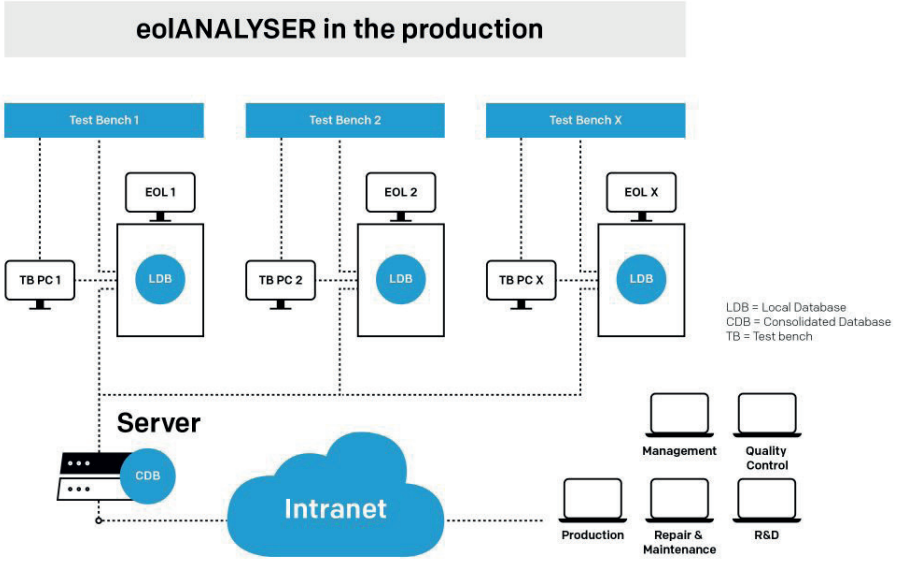
Der eolANALYSER kann an jedem Prüfstand separat betrieben und konfiguriert werden. Um den besten Bedienkomfort, gute Mess-PC-Performance und Datensicherheit zu erzielen, empfehlen wir, den eolANALYSER ins Firmennetzwerk zu integrieren.

Mit unseren Web-Applikationen können alle Mess-Systeme von jedem im Netzwerk befindlichen PC aus konfiguriert werden. Auch die Detail-Analyse der Messdaten, Mess-Vergleiche oder statische Auswertungen über einzelne oder mehrere Prüfstände sind jederzeit über das Netzwerk möglich.

Dank der Netzwerk-Integration kann der eolANALYSER die Mess-Daten und Ergebnisse nach jedem Test an einen definierten Server (Hardware / virtuell) replizieren. So wird die lokale Datenbank (LDB) auf dem Industrie-PC am Prüfstand möglichst klein gehalten, da lediglich die Einstellungen und Grenzwerte der möglichen Prüflinge vorgehalten werden müssen. Hierdurch wird die System-Performance deutlich gesteigert.

Die Datenreplikation hat zudem in ungünstigen Fällen wie zum Beispiel dem Crash von einem Industrie-PC den Vorteil, dass die Daten schnell und einfach aus der Datenbank des Servers (CDB) auf den Industrie-PC des Mess-Systems extrahiert werden können, wodurch das System nach Reparatur der Hardware direkt wieder einsatzbereit ist. Die System-Verfügbarkeit ist wegen der geringen Ausfallzeit deutlich höher, da sich die Wiederinbetriebnahme nicht durch aufwendige Konfigurationen und Grenzwerteinstellungen verzögert. Dies ist möglich da die Server Datenbank (CDB) durch die direkte Daten-Replikation auf dem Stand der vorletzten Messung ist. Das Risiko von Datenverlust ist auf ein Minimum reduziert.

Im Falle der netzwerk-basierten zentralen Datenspeicherung und Ablage sind Datensicherungen und Back Up-Routinen für die IT-Abteilungen deutlich einfacher und schneller durchzuführen, was die gesamte Datensicherheit nochmal erhöht.



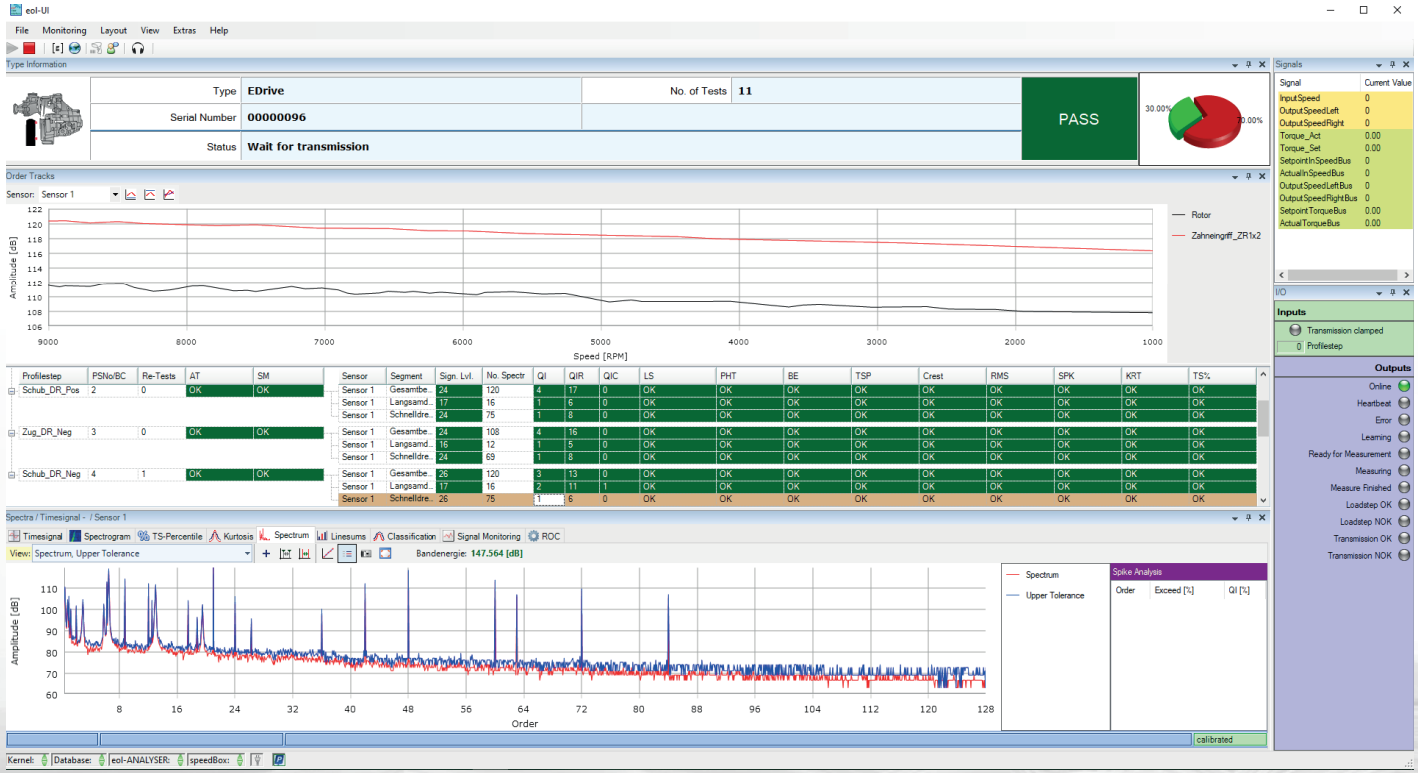
Datenmanagement

Die Anforderungen an die Vorratsdatenspeicherung sind kundenspezifisch. Um bei jedem Anspruch so wenig Daten wie möglich aber so viel wie nötig vorzuhalten, bieten wir ein Programm zum Datenmanagement an. Hier besteht die Möglichkeit nach frei definierbaren Zeiträumen, zum Beispiel 3 Jahren, automatisch alle älteren Datensätze löschen zu lassen. Das hat den Vorteil, dass die Größe des Servers limitiert werden kann. Manuelle Kontrollen und entsprechende manuelle Datenreduktionsvorgänge gehören damit der Vergangenheit an.

UserInterface am PST

Unser UserInterface lässt sich spezifisch an die Bedürfnisse unserer Kunden anpassen. Dank einer Vielzahl an selektierbaren Modulen ist es möglich, eine sehr übersichtliche Darstellung mit lediglich der wesentlichen Information iO/niO anzuzeigen. Natürlich ist auch eine umfangreiche detaillierte Darstellung der Ergebnisse über alle Prüfschritte und Methoden möglich. Im Bedarfsfall können auch Auswerte-Details wie Spektren oder Order-Tracks direkt visualisiert werden.

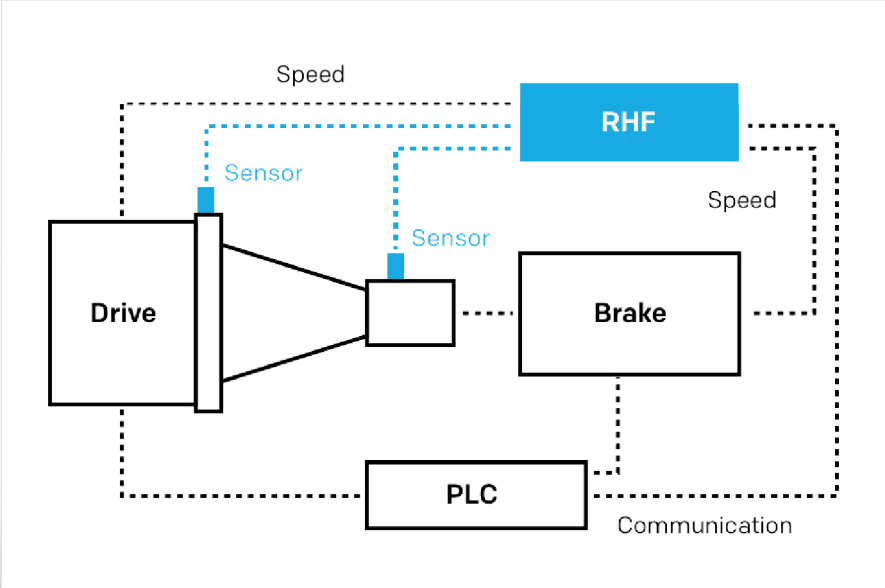
Selbst bei einer umfangreicheren Darstellung mit vielen Details, wie in der Grafik unten, ist dank einer einfachen und effektiven Farbgebung [grün iO – rot niO] das Wesentliche stets im Blick und für den Bediener einfach abzulesen.



UserInterface mit umfangreicher Darstellung

Prüfstands-Integration des eolANALYSER

Die Integration des eolANALYSER in einen neuen oder vorhandenen Prüfstand ist in der Regel sehr einfach möglich. Für den Großteil der Kommunikation bzw. des benötigten Handshakes stehen eine Vielzahl an Bussystemen zur Verfügung, zum Beispiel Profi/Mod/Ethercat/CAN, wodurch die gängigsten Schnittstellen der modernen Automatisierungstechnik abgedeckt sind. Im Bedarfsfall ist auch die Verwendung von analogen Ein- und Ausgängen möglich. Während des Testzyklus herrscht ein ständiger Datenaustausch zwischen eolANALYSER und Leitrechner, so dass auch der Leitrechner im Bedarfsfall das Einzel – oder Gesamtergebnis visualisieren kann.



Prüfstandseinbindung eolANALYSER

Sensorik

Die Auswahl der Sensoren hängt stark vom Anwendungsfall und den gestellten Anforderungen ab. Der eolANALYSER bietet durch seine an eine Vielzahl von Sensoren kompatiblen Eingänge eine große Flexibilität. Am häufigsten werden fest verbaute oder angepresste Beschleunigungssensoren, Drehbeschleunigungssensoren, Laservibrometer oder Mikrofone verwendet. Im Bedarfsfall unterstützen und beraten wir gerne bei der Auswahl des für den jeweiligen Anwendungsfall optimalen Sensor-Konzepts.

3 Achsen ICP Sensor

ICP Sensor

Anpresseinheit mit ICP Sensor

Mikrofon

Laservibrometer

Drehbeschleunigungssensor

Technische Daten eolANALYSER

ALLGEMEIN	Netzspannung	110 V / 230 V 50–60 Hz
	Nennleistung	120 W
	Abmaß	19“ Einschub 3 HE T 430 / B 448 / H 133 [mm]
	Abmaß inkl. Verkabelung	T 540 / B 448 / H 133 [mm]
	Gewicht	ca. 8 kg
	Prüfung	CE konform
	Schutzart	IP 30 Schutzklasse I
	Betriebstemperatur	-10°C ... +55°C
	Versorgungsspannung der Sensoren	5 V DC
EINGANG Analog	Beschleunigungssignal Vibration 1 – 4 Channel 1 und 2	Eingangsspannung: ±10 V Abtastrate max.: 1 MSPS Digitalisierung: 16 Bit Eingangsfilter: einstellbarer Tiefpassfilter, einstellbarer Hochpassfilter
	2 Kanäle, optional bis zu 8 Kanälen	Auflösung: Hängt von eingestellter Verstärkung ab Paralleles Messen: alle 8 Kanäle können parallel messen
EINGANG Digital	Drehzahl TTL-Signal (siehe speedBox)	Drehzahlsignal wird als TTL-Signal mittels der speedBox eingespeist
	Digital Eingang Unit 1 – 16	Eingangsspannungsbereich: ±32 V Max. Abtastrate: 25 kSamples
AUSGANG Analog	Analog Ausgang Unit 1 – 8	Ausgangsspannung: ±10 V I_{max}: 17 mA I_{max} gesamt: 100 mA U_{max}: 10 V
AUSGANG Digital	Digital Ausgang DOUT Unit 1 – 16	2 x 8 galvanisch getrennte Ausgänge V_{extern}: 5,5 V ... 28 V I_{max}: 350 mA
SCHNITTSTELLEN	Ethernet	100 Mbit/s
	Seriell	RS 232
	CAN Bus (optional)	Fester Bestandteil von Feldbus-Karte
	Profibus DP (optional)	Anybus Compact Com DPV1 Slave (AB6200)
	Modbus TCP (optional)	Modbus TCP 2 Port Version (AB6223)

eolANALYSERv3 eingebaut im mobilen 19“ Rack, Vorder- und Rückseite

FEINES **GEHÖR**

delta
ANALYSER v3

Die letzten Feinschliffe der Konstruktion und die finale Freigabe erfolgt erst nach umfangreichen Dauerlauftests. Obwohl die Simulations-Programme kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert werden, gibt es doch immer mal wieder eine unangenehme Überraschung für die Konstrukteure und Entwickler. Dabei ist es nicht von Bedeutung, ob es sich um Tests für Einzel-Komponenten, E-Motoren, mechatronische Systeme, Verbrennungsmotoren oder auch komplette Antriebsstränge handelt. Der Prozess Testen -> Adaptieren -> Testen wiederholt sich, bis die Haltbarkeit aller Einzel- bzw. aller Systemkomponenten gegeben ist.

Um diesen Freigabeprozess möglichst effektiv und kurz zu halten, ist es elementar diesen Schaden rechtzeitig zu erkennen, um die Ursache ermitteln zu können. Dies ist nur in einem frühen Schädigungs-Stadium möglich, da durch die Vorschädigung bei andauerndem Betrieb Folgeschäden entstehen und so final Ursache und Wirkung nicht mehr klar auseinandergehalten werden können.

Der deltaANALYSER ist speziell für diese Art von Tests und diese Aufgabenstellung entwickelt worden. Er überwacht den Prüfling 24 Stunden an 7 Tagen die Woche. Auf Wunsch gibt er im Schadensfall einen Trigger für die Prüfstands-Abschaltung und hilft so dabei schwere Folgeschäden am Prüfling zu vermeiden und die Konstruktion bedarfsgerecht in Bezug auf die schwächste Komponente zu optimieren.

ÜBERWACHUNG AM ANTRIEBSSTRANG

Der deltaANALYSER ist für jede Art des Antriebsstranges, sowie auch Komponententests geeignet.

- e-drive
- Getriebe aller Art
- e-Motoren
- Verbrennungsmotoren
- Achsen
- Hydraulikpumpen + -Motoren
- Komponenten
- Komplette Antriebsstränge/ Kombinationen
- Verspannungsprüfstände
- Lagerprüfstände

STÄRKEN DES deltaANALYSER

- zuverlässige 24/7 Überwachung
- Darstellung des Fehlers und Schadensverlaufs
- vereinfachte Fehleranalyse dank ROC-Integration
- Schnelle Bruchabschaltung
- Einfache Integration in vorhandene PST
- Komponentenunabhängige Konfiguration für Systemtests wie z.B. von kompletten Antriebsstränge

Methoden für die Bewertung

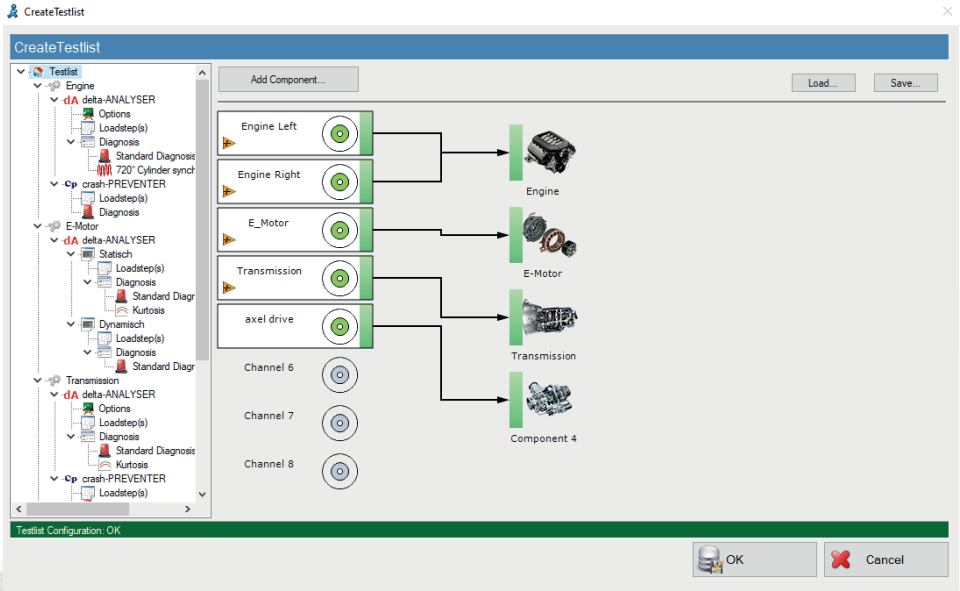
Für eine zuverlässige Schadensfrüherkennung benötigt man in Abhängigkeit vom Prüfling und dem sich entwickelnden Schaden jeweils andere Methoden der Signalbewertung und -Analyse.

Meist werden Spektral-Analysen verwendet, die zum Beispiel für die Erkennung von Lagerschäden hilfreich sind. Für die Erkennung von Schädigungen, die sich über regelmäßige Stoßimpulse äußern, benötigt man Verfahren auf Basis von Zeitsignalbewertungen. Für Schadensbilder, die spontan entstehen, ist eine Summen-Pegelbasierte Abschaltung notwendig. Diese wird mit dem crashPREVENTER möglich gemacht. Für Verbrennungsmotoren haben wir ein Verfahren mit Bezug auf 720° KW integriert, um zylinder- bzw. winkelselektive Überwachungen zu ermöglichen.

Der deltaANALYSER unterstützt seine Anwender indem er die notwendigen Toleranzen selbstständig in der Anfangszeit des Prüfzyklus ermittelt. Bei der Vielzahl der integrierten Methoden und somit auch der benötigten Grenzwerteinstellungen verliert man so keine Zeit durch umfangreiche Konfigurationen und Einstellungen. Natürlich können Anwender auch manuelle Grenzwerte vorgeben.

Komponenten- oder systemspezifische Prüflistenkonfiguration

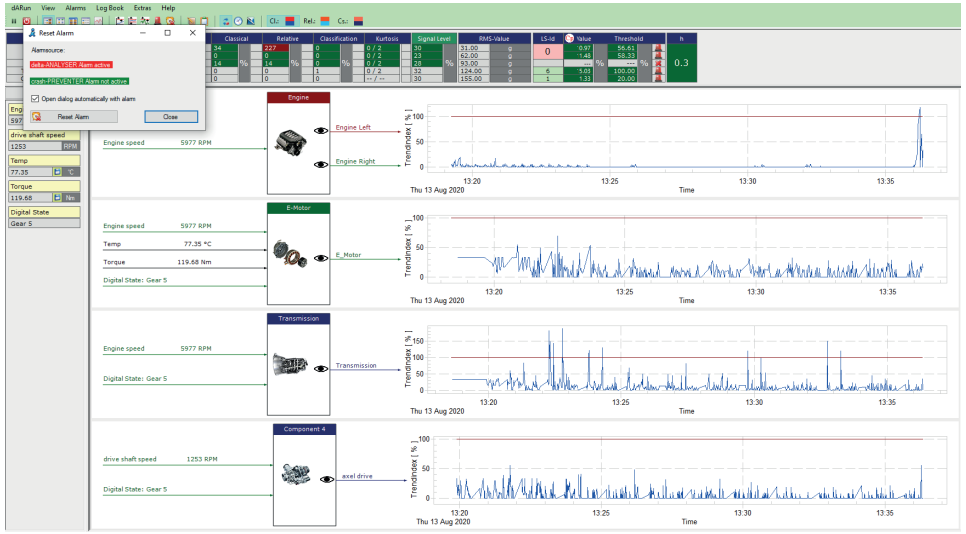
Bei der Überwachung unabhängig voneinander agierender Systemverbunde oder der Überwachung eines kompletten Antriebstranges ist es sinnvoll, die einzelnen Systeme/Komponenten/Prüflinge unterschiedlich zu konfigurieren. Dank der intuitiven Software und der übersichtlichen Darstellung ist auch eine solche komplexe Konfiguration im deltaANALYSER schnell und einfach umsetzbar. Die Software beinhaltet außerdem eine Validierung der Einstellungen, um mögliche Fehlerquellen bei der Konfiguration auszuschließen.



Einstellungsmaske deltaANALYSER

Messen während des Dauerlaufes

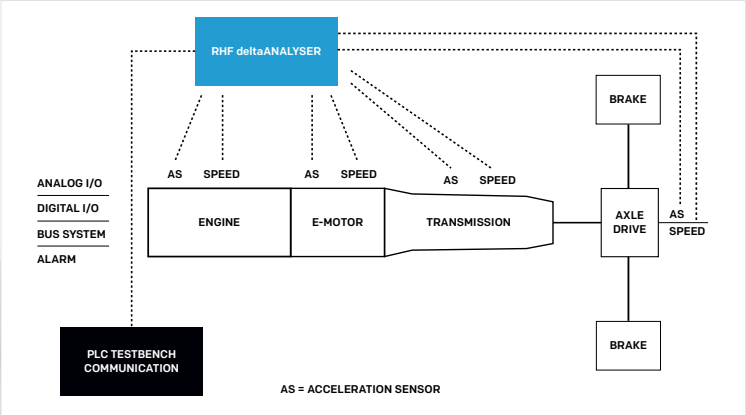
Beim Dauerlauf ist es wichtig, den Schadensbeginn zu erkennen. Dazu ist eine ständige und kontinuierliche Überwachung nötig. Eine Stichprobenkontrolle für alle x Stunden birgt große Risiken. Was ist mit Schäden die zwischen Kontroll-Intervallen entstehen? Wann genau und unter welchen Bedingungen ist der Schaden entstanden. Hat sich das Schadensbild schnell oder langsam entwickelt?
Deshalb erfasst und analysiert der deltaANALYSER die Messdaten kontinuierlich – und das von Anfang bis Ende 24/7. So gewährleistet die lückenlose Erfassung und Dokumentation eine verlässliche Schadensfrüherkennung und bietet den Entwicklern und Konstrukteuren die Möglichkeit den Verlauf des Schadens zu analysieren und zu bewerten.
Damit der Anwender – auch ohne NVH-Kenntnisse – sich während des Dauerlaufs jederzeit schnell und einfach über den „Gesundheitszustand" seines Prüflings informieren kann, haben wir den globalen Trendindex entwickelt. Bei regelmäßigen Werten >= 60% wird eine proaktive Detail-Analyse mit der integrierten deltaEvaluation.NET Software sinnvoll. Bei Werten = 100% löst das System den Alarmtrigger aus.



Überwachungsmaske

Einbindung in den Prüfstand

Für die Prüfstands-Integration stehen eine Vielzahl an Optionen zur Verfügung. Der deltaANALYSER bietet die Möglichkeit zur Integration diverser BUS-Module an. Zudem stehen Ein- und Ausgänge in analoger und digitaler Form bereit. Damit sind die „handelsüblichen" Schnittstellen abgedeckt. So ist auch eine nachträgliche Integration in den meisten Fällen sehr einfach möglich.

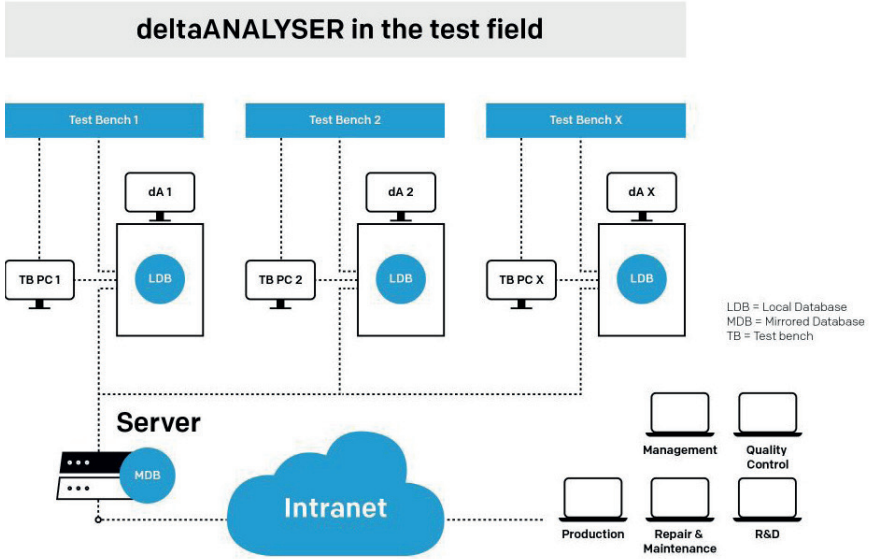


Prüfstandseinbindung deltaANALYSER

Der deltaANALYSER im Firmennetzwerk

Häufig sind die Prüfstände über das Werksgelände verteilt oder aber das Büro der verantwortlichen Sachbearbeiter liegt in größerer Entfernung zu den Prüfständen. Für einen schnellen und einfachen Zugriff aus der Ferne kann ein Netzwerkzugriff per Remote-Desktop eingerichtet werden. In diesem Fall hat der Zugriff für jedes System separat zu erfolgen und die Daten werden einfach lokal in dem integrierten RAID-System des Visualisierungs-PC's gesichert.

Wir empfehlen allerdings eine vollwertige Netzwerkintegration bei der die neu generierten Messdaten per Replikation in bestimmbaren Zeitintervallen automatisiert an einen definierten Server (Cloud- oder Hardware-Server) übermittelt werden. So liegen die Messdaten aller Systeme an einem zentralen Speicherplatz. Durch die Replikation auf den Server und das integrierte RAID-System im Visualisierungs-PC sind die Daten nun doppelt gesichert. Zudem erleichtert der zentrale Speicherplatz der internen IT das Aktivieren von Back Up-Funktionen.



Einbindung des deltaANALYSER im Firmennetzwerk

Klopfsensor

ICP Sensor

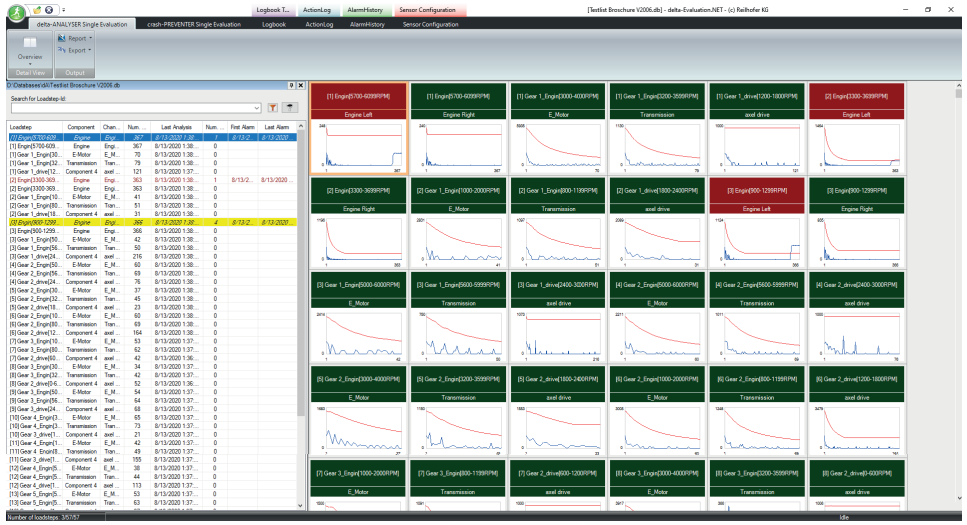
Sensoren

Für die Schadensfrüherkennung im Dauerlauf und für Funktionstests werden wegen des guten Kosten/Nutzen-Verhältnisses am häufigsten Bosch-Klopfsensoren mit von uns eigens entwickelten Ladungsverstärkern verwendet. Diese Kombination ist sehr robust und bietet eine hohe Resistenz gegen Kraftstoffe, Öle und andere Flüssigkeiten. Stehen jedoch Lautstärke/Pegel basierte Abschaltungen oder aber auch vergleichende Messungen im Fokus Ihrer Anwendung empfehlen wir Ihnen zusätzlich den Einsatz von ICP-Beschleunigungs-Sensoren. Diese bieten bei Kenngrößen wie zum Beispiel Kalibrierung/Linearität/Temperaturempfindlichkeit eine bessere Performance.
Für beide Sensor-Arten ist, wenn realisierbar, eine feste Verschraubung am Prüfling zu bevorzugen. Eine Klebung oder eine magnetische Anbringung birgt das Risiko von Abfall durch Vibration, Verschmutzung oder zu hohe Temperatur.

AUSWERTUNG

Schadensanalyse und Ursachenfindung in 3 Schritten:

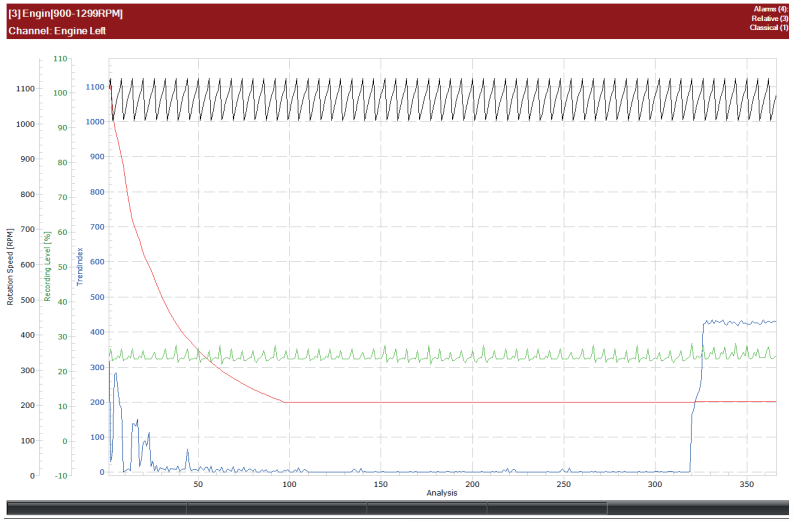
1. Öffnen Datenbank / Übersicht aller Laststufen



Übersicht aller Laststufen vom Prüflauf

In der Übersicht lassen sich anhand der Trendindex-Visualisierung sowie der roten Farbmarkierung des Headers (Laststufen mit Alarm) relevante und interessante Laststufen schnell identifizieren. Dank der umfangreichen Filterfunktion lässt sich die Datenmenge schnell und zielgerichtet reduzieren.

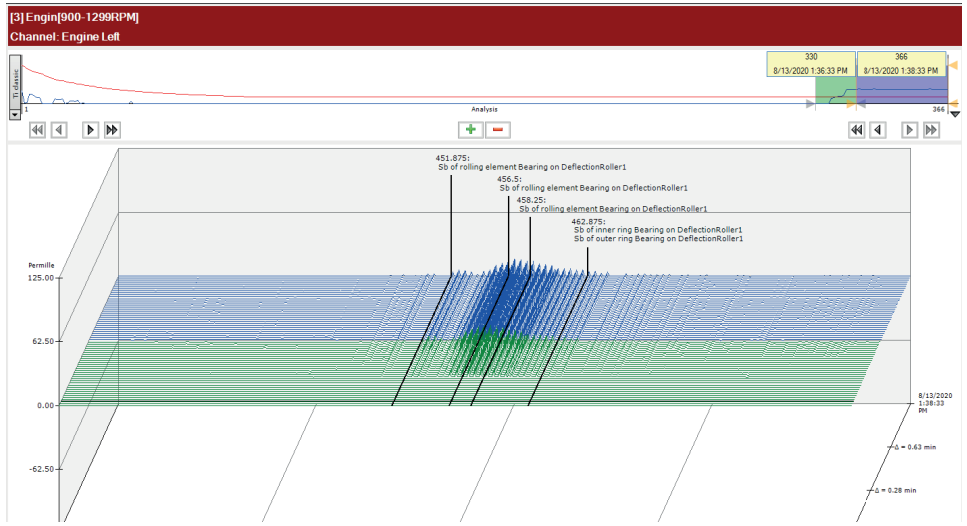
2. Auffällige Laststufe auswählen und Zustandsgrößen kontrollieren



Trendindex für die auffällige Laststufe

Die Kontrolle der Zustandsgrößen zeigt, dass die Veränderung der akustischen Signatur nicht durch eine Veränderung einer Zustandsgröße hervorgerufen wurde. Daher ist die Ursache der Veränderung im System zu suchen, was im laufenden Betrieb nur schadensbedingt sein kann.

3. Wasserfalldiagramm öffnen und mit Hilfe der ROC-Integration die verursachende Komponente identifizieren



Wasserfall mit integrierter ReilhoferOrderCalculator (ROC) Daten-Visualisierung

Die Zerlegung bestätigt die Analyse – es liegt ein Lagerschaden vor:

Natürlich stehen in der Auswerte-Software dem deltaEvaluation.NET eine Vielzahl anderer Funktionen und Möglichkeiten zur Verfügung. So können zum Beispiel 2D-Spektren miteinander verglichen werden oder aber die Abhängigkeit von definierten Ordnungen zu bestimmten Zustandsparametern analysiert werden. Bei jeder Prüfaufgabe und Aufgabenstellung hilft Ihnen unser Berichtsgenerator die relevanten Daten und Informationen übersichtlich und schnell darzustellen.

HIGHLIGHTS

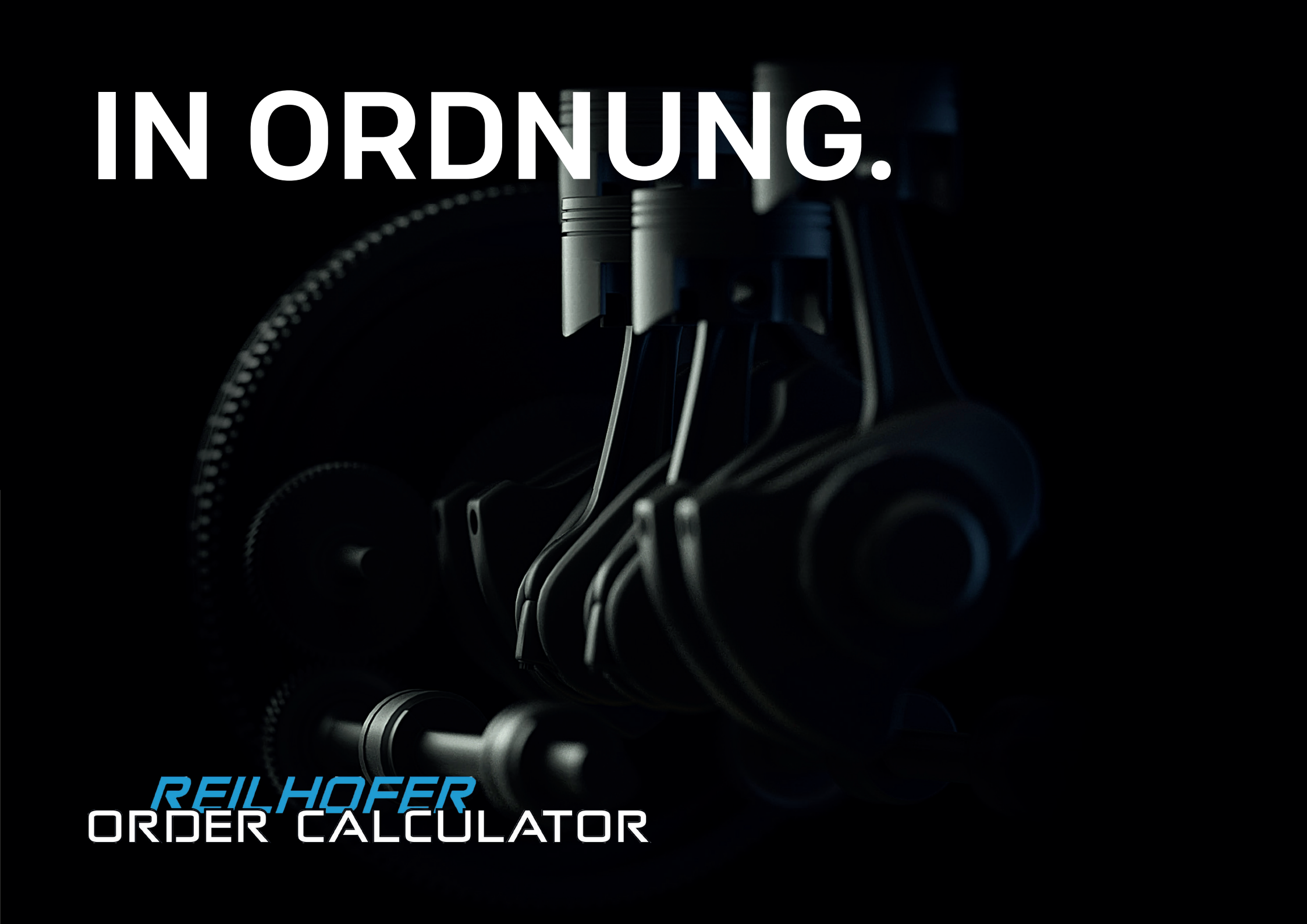
- Darstellung der akustischen Veränderung während des Prüflaufes und der gespeicherten Zustandsgrößen in einer Grafik möglich
- Schadensverlauf über gesamten Prüflauf visualisier- und auswertbar
- Integration des ReilhoferOrderCalculator (ROC) erleichtert und beschleunigt die Schadensanalyse sowie grundsätzlich die Identifikation der für die Geräuschquellen verantwortlichen Komponenten

Technische Daten deltaANALYSER

ALLGEMEIN	Netzspannung	110 V / 230 V 50–60 Hz
	Nennleistung	120 W
	Abmaß	19“ Einschub 3 HE T 430 / B 448 / H 133 [mm]
	Abmaß inkl. Verkabelung	T 540 / B 448 / H 133 [mm]
	Gewicht	ca. 8 kg
	Prüfung	CE konform
	Schutzart	IP 30 Schutzklasse I
	Betriebstemperatur	-10°C ... +55°C
	Versorgungsspannung der Sensoren	5 V DC
EINGANG Analog	Beschleunigungssignal	Eingangsspannung: ±10 V
	Vibration 1 – 4	Abtastrate max.: 1 MSPS
	Channel 1 und 2	Digitalisierung: 16 Bit
		Eingangsfilter: einstellbarer Tiefpassfilter, einstellbarer Hochpassfilter
	2 Kanäle, optional bis zu 8 Kanälen	Auflösung: Hängt von eingestellter Verstärkung ab
		Paralleles Messen: alle 8 Kanäle können parallel messen
EINGANG Digital	Drehzahl TTL-Signal (siehe speedBox)	Drehzahlsignal wird als TTL-Signal mittels der speedBox eingespeist
	Digital Eingang	Eingangsspannungsbereich: ±32 V
	Unit 1 – 16	Max. Abtastrate: 25 kSamples
AUSGANG Analog	Analog Ausgang	Ausgangsspannung: ±10 V
	Unit 1 – 8	I_{max}: 17 mA
		I_{max} gesamt: 100 mA
		U_{max}: 10 V
AUSGANG Digital	Digital Ausgang	2 x 8 galvanisch getrennte Ausgänge
	DOUT Unit 1 – 16	V_{extern}: 5,5 V ... 28 V
		I_{max}: 350 mA
SCHNITTSTELLEN	Ethernet	100 Mbit/s
	Seriell	RS 232
	CAN Bus (optional)	Fester Bestandteil von Feldbus-Karte
	Profibus DP (optional)	Anybus Compact Com DPV1 Slave (AB6200)
	Modbus TCP (optional)	Modbus TCP 2 Port Version (AB6223)

deltaANALYSER v3 im mobilen 19“Rack eingebaut, Vorder- und Rückseite

IN ORDNUNG.



REILHOFER
ORDER CALCULATOR

REILHOFER ORDER CALCULATOR (ROC)

Welche Prüflinge oder welche Bauteile erzeugen überhaupt Geräusche? Welche akustischen Signaturen und Effekte erwarten wir? Handelt es sich bei dem vorliegenden Phänomen um ein schadhaftes Bauteil und wenn ja um welches? Liegt eine Resonanz vor? Wie verhält sich das Ganze bei noch komplexeren Anwendungen wie einem Motor-Getriebe-Verbund oder gar beim Aufbau eines kompletten Antriebsstrangs inklusive Differentialen für eine Allrad-Anwendung? Erwarten wir bei Derivaten dieselbe akustische Signatur?

Der von uns eigens entwickelte ROC unterstützt die Anwender bei diesen komplexen Fragestellungen. Dank der vollständigen Integration in unsere Programme und Anwendungen gelingt es auch ohne NVH-Experten die Daten zu analysieren und zu interpretieren.

Beim deltaANALYSER kann dank der Modelle in der Auswertung die für die Veränderung der akustischen Signatur verantwortliche Komponente ganz einfach abgelesen und identifiziert werden. So wird der Prozess der Analyse der Schadensursache deutlich beschleunigt. Im eolANALYSER können die Modelle für eine automatisierte Mustererkennung verwendet werden, die bereits in Echtzeit am Prüfstand eine Aussage über die Schadensursache trifft. Hierdurch wird der Analyse- und Arbeitsaufwand deutlich reduziert wird . Natürlich stehen für weiterführende Detailanalysen die ROC-Daten auch beim eolANALYSER in der Auswertung zur Verfügung.

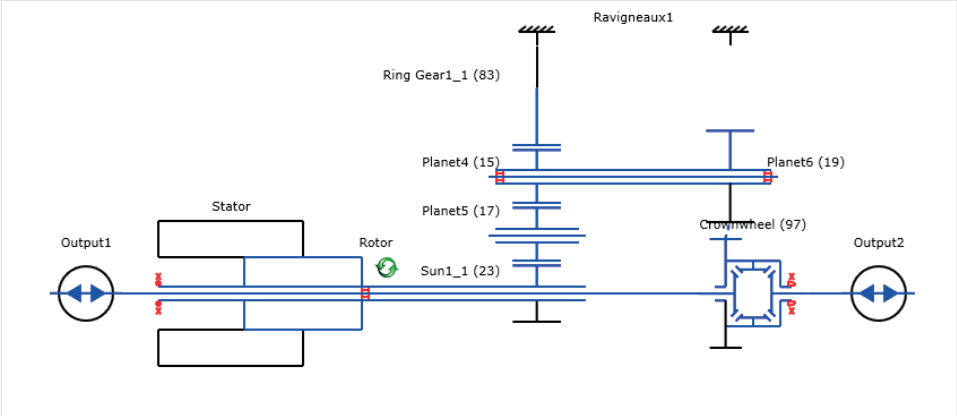
Dank der Exportfunktionen unserer Auswerteprogramme können im Bedarfsfall die Detail-Daten des ROC inklusive der gewünschten Spektren in die Globale Schadensdatenbank exportiert werden. Somit können detailgetreue Daten netzwerkbasiert mit weiteren verantwortlichen Beteiligten geteilt werden, wodurch sich Arbeitsaufwendungen für Reporting deutlich reduzieren lassen.

Dank einer Vielzahl an vorkonfigurierten und standardisierten Modulen, sowie der intuitiven Bedienung, können komplexe Antriebsstränge schnell und einfach modelliert werden. Die relevanten Bauteil-Ordnungen und akustischen Effekte werden im Anschluss automatisch kalkuliert. Damit nur korrekte Modelle für die späteren Analysen verwendet werden, wird das Model vor der Berechnung noch auf Plausibilität geprüft – so werden zum Beispiel Fehler des Kraftflusses, Blockaden oder falsche Synchronisierungen durch das System identifiziert und visualisiert, wodurch eine Korrektur einfach möglich wird.

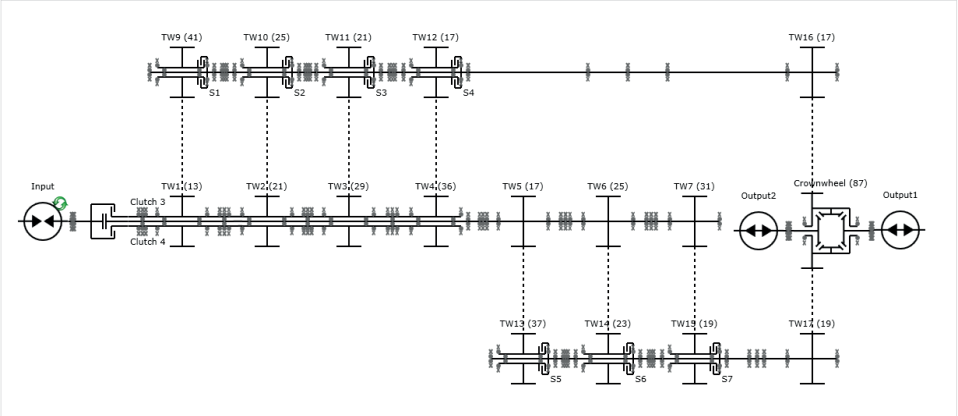
VORTEILE

- Berechnung der Ordnungen der drehenden Teile
- aufgeteilt nach Baugruppen
- Berechnung der 1. Grundordnung und bis zur 50. harmonischen Ordnung
- unterschiedliche Lagertypen
- Nebenaggregate
- Berechnung des kompletten Antriebsstranges
- schnelle Bauteilidentifikation
- schnelle Berechnungen der Motorentypen sowie deren Derivate
- schnelle Berechnungen der Getriebetypen sowie deren Derivate
- Integration der berechneten Daten in die Auswertung des deltaANALYSER und eolANALYSER
- Bedienerfreundlichkeit durch einfach durchstrukturierte Buttons

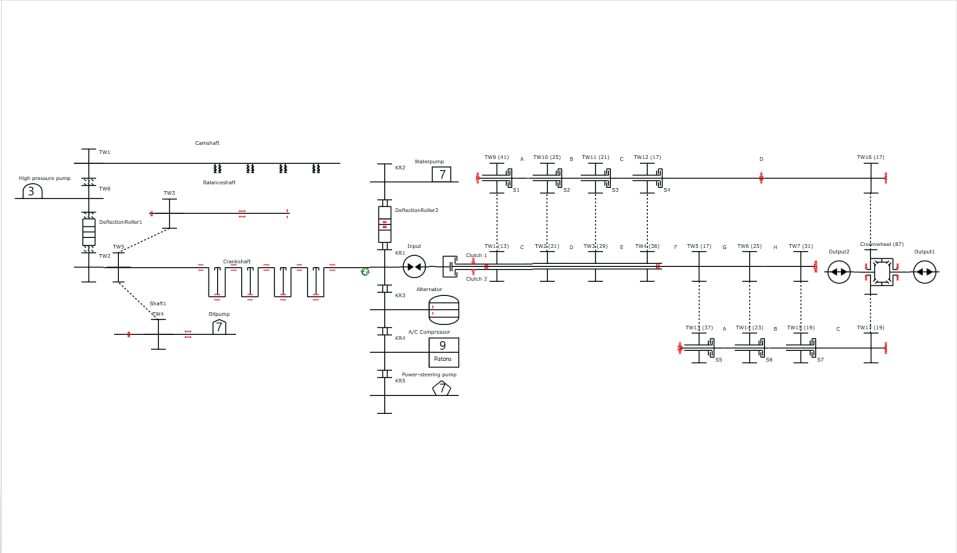
Beispiele



Beispielaufbau eines e-drive



Beispielaufbau eines Doppelkupplungsgetriebe



Antriebsstrang (Verbrennungsmotor mit Doppelkupplungsgetriebe)

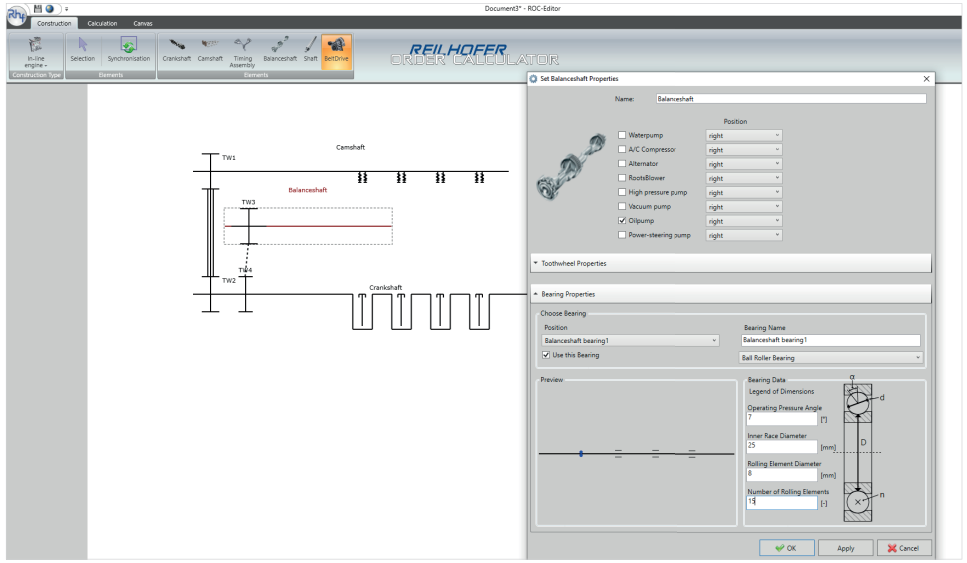
Export assemblies | Export spectrum

1. Gear | 2. Gear | 3. Gear | 4. Gear | 5. Gear | 6. Gear | 7. Gear

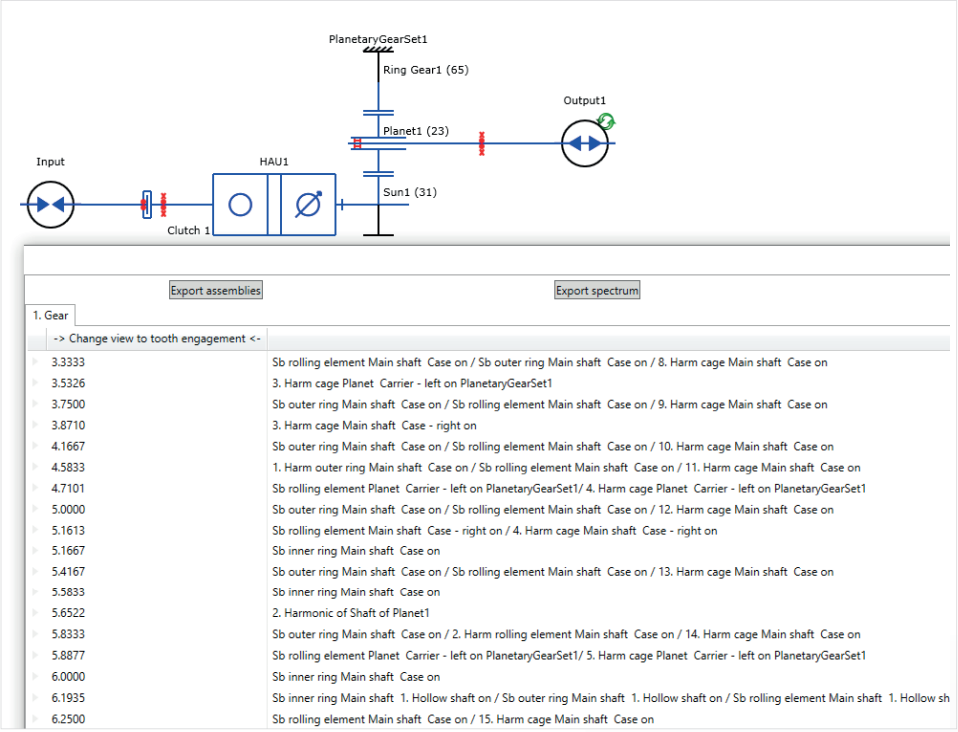
-> Change view to spectrum values <-	1. Harmonic	2. Harmonic	3. Harmonic	4. Harmonic	5. Harmonic	6. Harmonic	7. Harmonic	8. Harmonic
cage	0.3500	0.7000	1.0500	1.4000	1.7500	2.1000	2.4500	2.8000
inner ring	5.3900	10.7800	16.1700	21.5600	26.9500	32.3400	37.7300	43.1200
outer ring	3.8500	7.7000	11.5500	15.4000	19.2500	23.1000	26.9500	30.8000
rolling element	2.4500	4.9000	7.3500	9.8000	12.2500	14.7000	17.1500	19.6000
Hauptwelle Gehäuse - links on TW13								
cage	0.3758	0.7516	1.1274	1.5032	1.8789	2.2547	2.6305	3.0063
inner ring	4.1337	8.2674	12.4011	16.5347	20.6684	24.8021	28.9358	33.0695
outer ring	4.1337	8.2674	12.4011	16.5347	20.6684	24.8021	28.9358	33.0695
rolling element	2.2547	4.5095	6.7642	9.0189	11.2737	13.5284	15.7832	18.0379
Hauptwelle Gehäuse - rechts on TW16								
cage	0.3500	0.7000	1.0500	1.4000	1.7500	2.1000	2.4500	2.8000
inner ring	5.3900	10.7800	16.1700	21.5600	26.9500	32.3400	37.7300	43.1200
outer ring	3.8500	7.7000	11.5500	15.4000	19.2500	23.1000	26.9500	30.8000
rolling element	2.4500	4.9000	7.3500	9.8000	12.2500	14.7000	17.1500	19.6000
Hauptwelle Gehäuse - rechts on TW17								
cage	0.3132	0.6263	0.9395	1.2526	1.5658	1.8789	2.1921	2.5053
inner ring	4.8226	9.6453	14.4679	19.2905	24.1132	28.9358	33.7584	38.5811
outer ring	3.4447	6.8895	10.3342	13.7789	17.2237	20.6684	24.1132	27.5579
rolling element	2.1921	4.3842	6.5763	8.7684	10.9605	13.1526	15.3447	17.5368
1. Hollow shaft Case - left on Crownwhe								
cage	0.0684	0.1368	0.2052	0.2736	0.3420	0.4103	0.4787	0.5471
inner ring	1.0532	2.1064	3.1597	4.2129	5.2661	6.3193	7.3725	8.4257
outer ring	0.7523	1.5046	2.2569	3.0092	3.7615	4.5138	5.2661	6.0184
rolling element	0.4787	0.9575	1.4362	1.9149	2.3937	2.8724	3.3511	3.8299
1. Hollow shaft Case - right on Crownwl								
cage	0.0684	0.1368	0.2052	0.2736	0.3420	0.4103	0.4787	0.5471

Beispielberechnung Doppelkupplungsgetriebe

Beispiele



Konstruktionsfenster für den Verbrennungsmotor



Komponente mit Berechnung

Mögliche Getriebekonstruktionen

- Handschalter
- Automatikgetriebe
- Doppelkupplungsgetriebe
- CVT ohne Belt
- Achsgetriebe
- Verteilergetriebe
- E-Drive

Mögliche Motorenkonstruktionen

- 1-16 Zylinder
- Reihenmotoren
- V Motoren
- W Motoren
- Boxermotoren

VIELZAHL.
DREHZAHL.

speed Box

speedBOX - DREHZAHLAUFBEREITUNG

Da unsere Mess-Systeme für ein sehr breites Spektrum an Prüflingen geeignet sind, variieren auch die Anforderungen an die Erfassung und Verarbeitung der Drehzahl-Signale teilweise sehr stark. So werden zur Verarbeitung zum Beispiel eines Signals vom Kurbelwellengeber beim Verbrennungsmotor andere Funktionen benötigt als bei der Signal-Verarbeitung eines Resolver bei Elektromotoren oder auch bei einer High-Speed-Anwendung wie Turboladern. Auch das für die Drehzahlerfassung verwendete Mess-Prinzip, die Leitungslänge und die Umgebung können erheblichen Einfluss auf die Qualität des Drehzahlsignals haben.

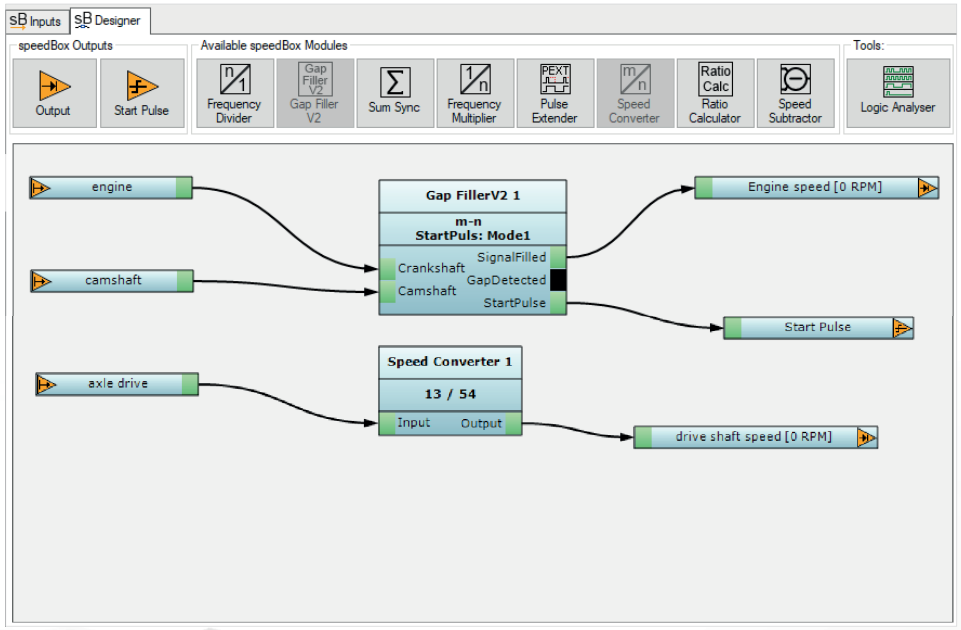
Unsere speedBox vereint eine Vielzahl an Hardwarefunktionen und Softwaremodulen in einer kleinen handlichen Box, so dass Sie ideal für die unterschiedlichen Aufgaben zur Drehzahlerfassung in Prüfständen oder auch im Fahrzeug vorbereitet sind.

Die Module zur Drehzahlaufbereitung sind

- Frequenzteiler
- Multiplizierer
- Impulsverlängerer
- Lückenfüller (60-2) v2 inklusive Startimpuls Erzeugung für OT Zylinder 1
- Allradsynchronisierer
- Drehzahlwandler
- Verhältnis Rechner
- Drehzahlsubtrahierer

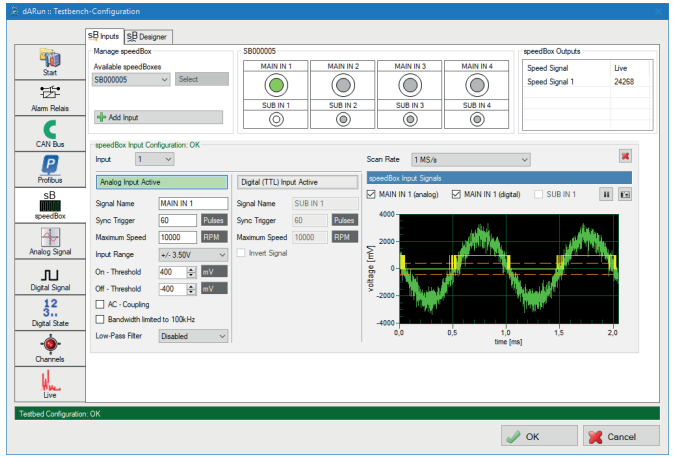
Durch die geringen Abmessungen lässt sich die speedBox schnell integrieren und kann dank Ihrer Speicherfunktion flexibel und variabel für unterschiedliche Prüfaufgaben verwendet werden.

Unser durchdachtes und einfaches Bedienkonzept ermöglicht Ihnen eine schnelle und einfache Konfiguration.

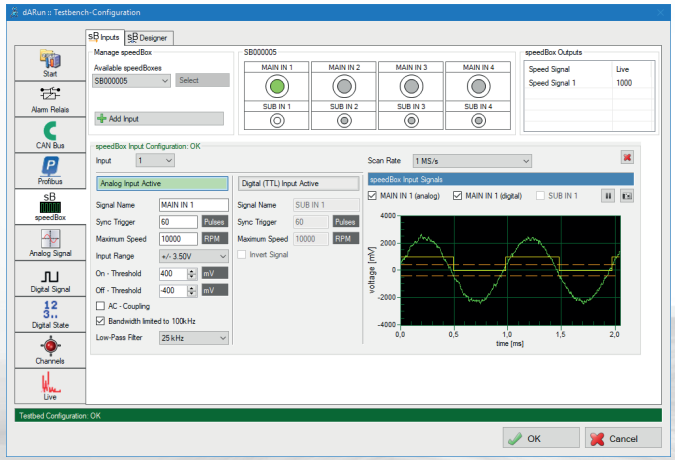


Einrichtungsfenster für die speedBOX

Die verschiedenen Filterfunktionen, zuschaltbare AC Kopplung, sowie die Einstellungen des Spannungsbereiches lassen keine Wünsche offen. Dank der integrierten Oszilloskop-Funktion können Sie den Verlauf der Ein- und Ausgangssignale direkt visualisieren und überprüfen.

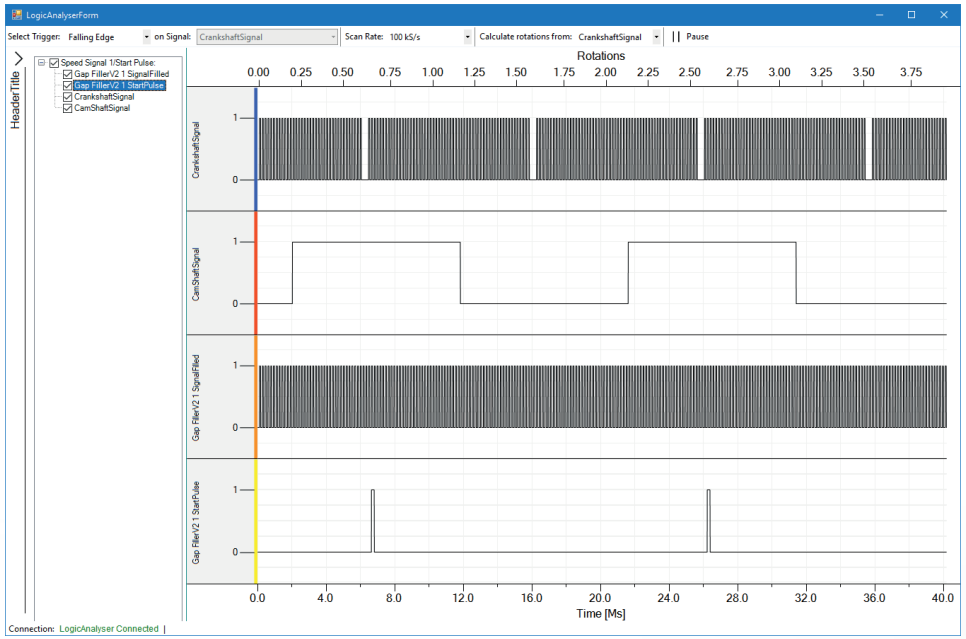


ankommendes Drehzahlsignal (grün)



aufbereitetes Drehzahlsignal (grün)

Die Funktionalität der Software-Module, wie zum Beispiel die korrekte Erzeugung des für die 720°-Analyse benötigten Trigger für OT Zylinder 1 bei Verbrennungsmotoren, können Sie ebenfalls direkt und in Realtime in unserem Logic Analyser prüfen.



Logic Analyser mit Eingangs- und Ausgangssignalen

Technische Daten speedBOX

ALLGEMEIN	Spannungsversorgung	10V ... 30V Gleichspannung über externes Netzteil (min. 12 W)
	Gerätesicherung	M2,5A (20x5)
	Gehäuse	Metallgehäuse (zur Hutschienenmontage geeignet)
	Abmaße	T 74 / B 170 / H 135 (inkl. abstehenden Teilen)
	Gewicht	ca. 950 g
	Betriebstemperatur	-10°C ... +55°C
EINGANG **Analog**	4x Drehzahlsignal	Eingangsspannungsbereich:±100 mV ... ± 15 V höhere Spannungen bis 100 V sind zulässig, werden für die interne Verarbeitung bei 15V abgeschnitten Überspannungsschutz: bis ca. 200 V Galvanische Trennung: vorhanden (teilt sich die Masse mit dem zugehörigen TTL-Eingang Signaltype: massebezogen (unsymmetrisch) oder differentiell (symmetrisch) Abtastrate: 40 MHz Digitalisierung: 10 Bit Eingangsfilter: zuschaltbares 100 kHz Tiefpass Gleichspannungsunterdrückung: zuschaltbar Untere Grenzfrequenz: 0 Hz (Gleichspg.-Unterdr. Inaktiv) 10 Hz (Gleichspg-Unterdr. Aktiv) Obere Grenzfrequenz: 1 MHz
Digital	4x TTL-Drehzahlsignal	Eingangsspannungsbereich: 0V / 5V (TTL) Frequenzbereich: 0 Hz ... 1 MHz Galvanische Trennung: vorhanden (teilt sich die Masse mit dem zugehörigen Analogeingang)
AUSGANG **Digital**	2 x 5 TTL-Drehzahlsignal	Ausgangsspannung: 0V / 5V Galvanische Trennung: alle Ausgänge sind galvanisch von den Eingängen sowie von der Spannungsversorgung getrennt Maximale Ausgangsfrequenz: 2,5 MHz @ 500 Ohm Last Kurzschlussfestigkeit: dauerfest Fremdspannungsschutz: 0V bis 5V dauerfest
SCHNITTSTELLEN	USB 2.0	zur Konfiguration der speedBox

Hutschienenmodul speedBox

DIE QUINTESSENZ.

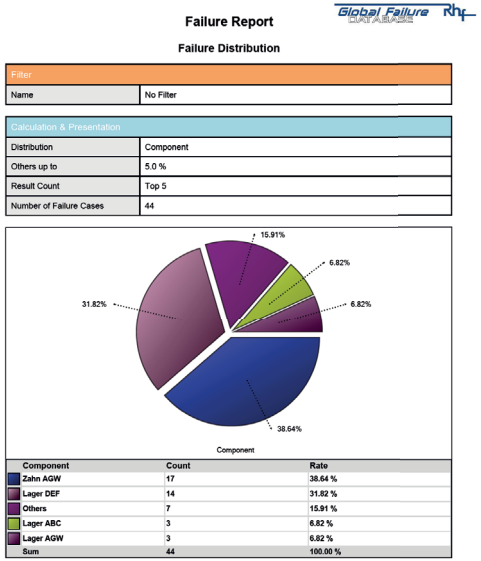
Global Failure
DATABASE

GLOBAL FAILURE DATABASE (GFD)

Bei der Detektion von akustischen Auffälligkeiten sowie der Erkennung von Fehlern in der laufenden Produktion oder auch bei der Schadensfrüherkennung im Dauerlauf, kann man stark von Erfahrungen und erkannten Mustern auch aus anderen Projekten profitieren. An den meisten Entwicklungs- und Produktionsstandorten wird bereits eine große Anzahl an NVH-Systemen eingesetzt. So werden täglich wertvolle Erkenntnisse, Messergebisse und Erfahrungen generiert.

Mit der Globalen Schadensdatenbank (GFD) haben wir ein Werkzeug geschaffen, das es Ihnen ermöglicht, dieses wertvolle Wissen zusammenzufassen und netzwerkbasiert allen verantwortlichen Mitarbeiter zur Verfügung stellen. So können Sie mit Hilfe der globalen Schadensdatenbank alle Fachabteilungen und Standorte, die am Entwicklungs- und Lebenszyklus des Produktes beteiligt sind, aktiv und effektiv miteinander vernetzen.

Natürlich bietet Ihnen die GFD auch umfangreiche Möglichkeiten zu statischen Auswertungen und für ein detailliertes Reporting.



Failure Report

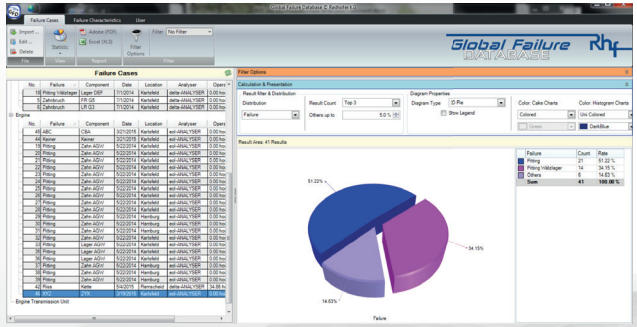
Failure Distribution

Filter	
Name	No Filter

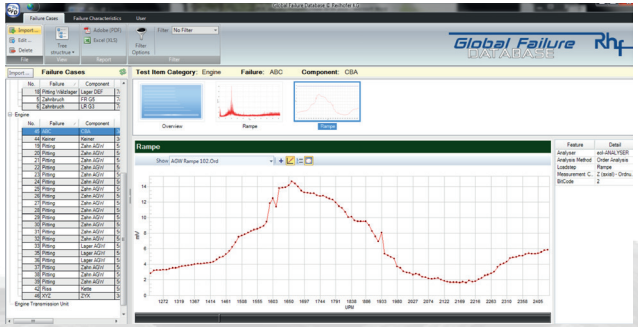
Calculation & Presentation	
Distribution	Component
Others up to	5.0 %
Result Count	Top 5
Number of Failure Cases	44

Component	Count	Rate
Zahn AGW	17	38.64 %
Lager DEF	14	31.82 %
Others	7	15.91 %
Lager ABC	3	6.82 %
Lager AGW	3	6.82 %
Sum	44	100.00 %

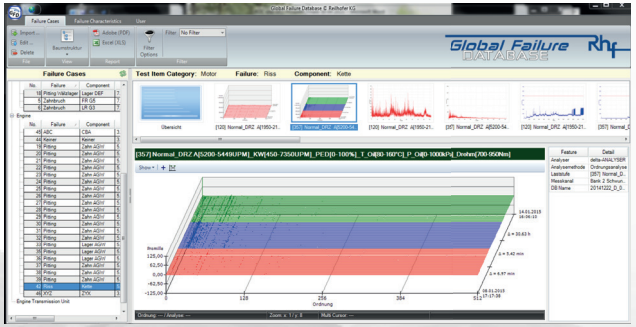
Erstellung eines Berichtes im PDF-Format mit einem Mausklick



Beispiel Statistik – Top 3 Schäden



Beispiel eolANALYSER Daten



Beispiel deltaANALYSER Daten

VORTEILE DES AUSTAUSCHS

Produktion <-> Produktion
Bei einem unbekannten Schadensfall in der Produktion kann ein Abgleich mit der globalen Schadensdatenbank für baugleiche Produkte standortübergreifend erfolgen. Durch den so möglichen Musterabgleich werden Analysevorgänge erleichtert und beschleunigt.

Entwicklung -> Produktion
Da die NVH Systeme sowohl in der Entwicklung als auch der Produktion eingesetzt werden, können im Sinne von „Lesson Learned", die in der Entwicklung gewonnenen Erkenntnisse zur Schadensursache die Analysen in der Produktion erleichtern und beschleunigen. Die Entwicklungsabteilungen haben im Bedarfsfall einen schnellen Zugriff auf kritische Prüfergebnisse in der Produktion. Dies kann helfen eventuell benötigte Freigabevorgänge zu beschleunigen.

Produktion -> Entwicklung
Die Produktion liefert täglich eine große Menge an Ergebnissen. Durch die Vielzahl der Prüfungen und die Komplexität der Produktion stehen diverse Fehlerbilder und entsprechende Bauteilzuordnungen zur Verfügung. Diese können wiederum der Entwicklung zur Mustererkennung dienen.

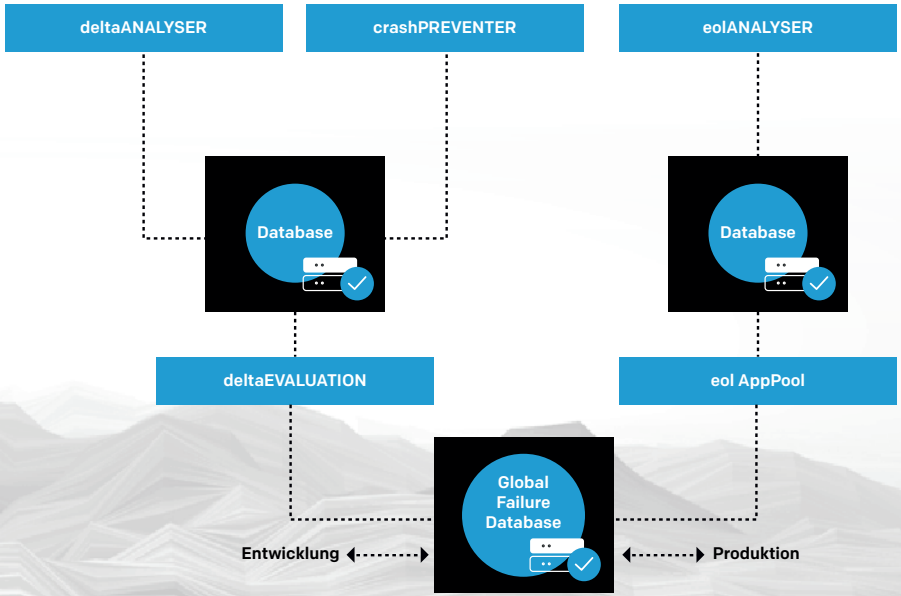
Entwicklung <-> Entwicklung
Gewonnene Entwicklungserkenntnisse aller Standorte stehen bei zukünftigen Entwicklungen und Auswertungen global zur Verfügung.

1. Dauerversuch / Produktion
— Messdatenbanken

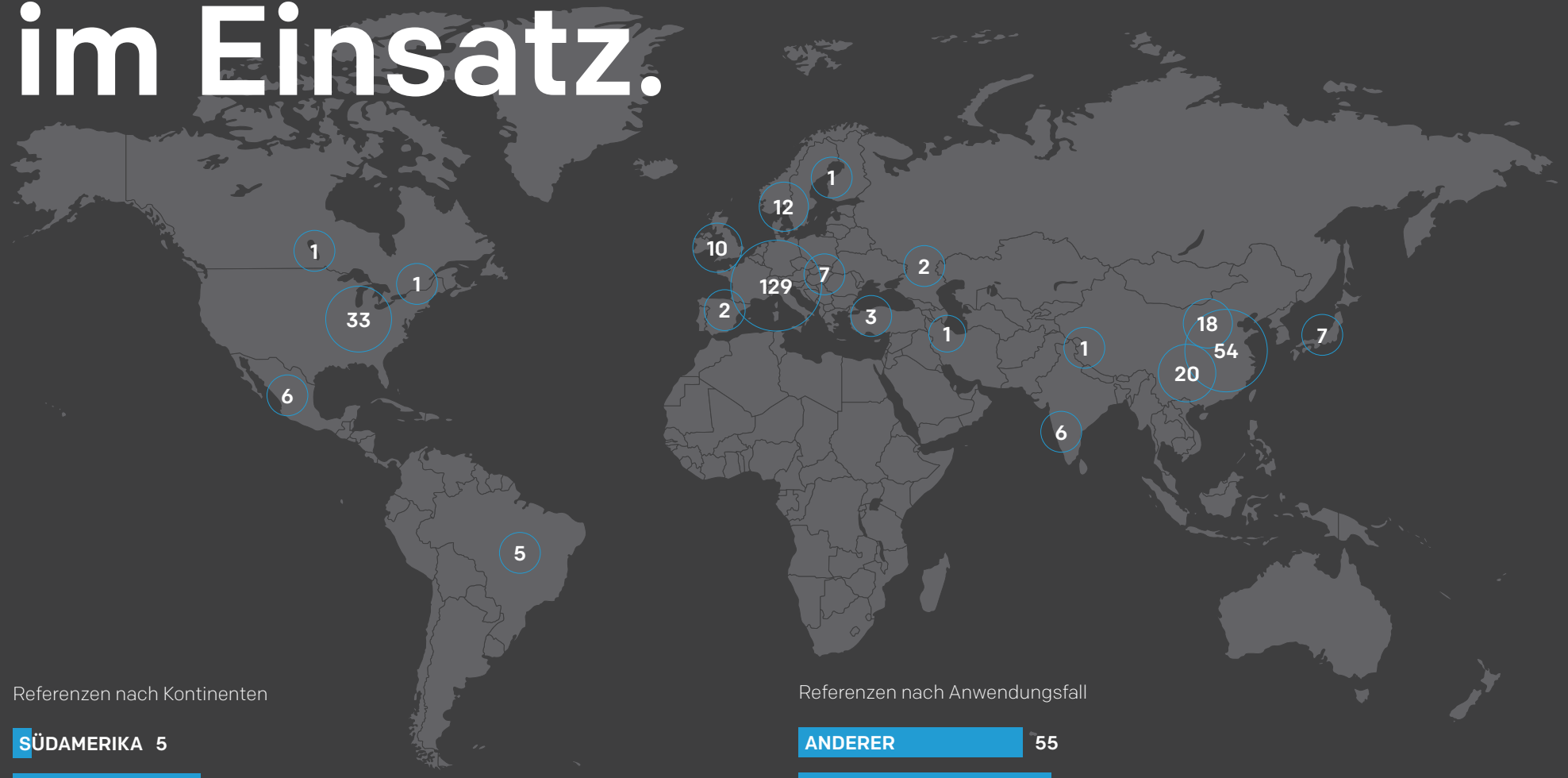
2. Auswertung
— Identifizierung schadhafter Komponenten
— Schadensort und -art
— Schadensbeginn

3. Globale Schadensdatenbank
— Schadensbericht
— Schadensstatistiken
— Schadenskorrelationen
— Globale Archivierung

Allgemeiner Aufbau

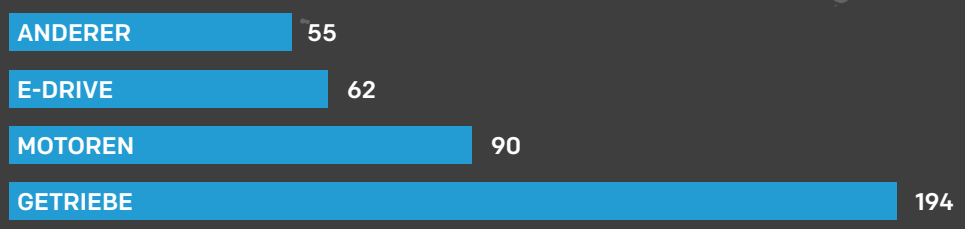


Unsere Systeme im Einsatz.



Referenzen nach Kontinenten

Referenzen nach Anwendungsfall



EUROPA

AGCO POWER
AAM
AMG
apicom
APL
Applus IDIADA
aprilia
APS
ARTEMIS INTELLIGENT POWER
ASTON MARTIN
ATESTEO
AVL
AW Europe
BENTLEY
BMTS TECHNOLOGY
BMW
BorgWarner Turbo & Emissions Systems
BOSCH BoschEngineering
Rexroth Bosch Group
BOSMAL
Castrol
BRP
BUGATTI
cetim
CHANGAN 长安汽车股份有限公司
CLAAS
Continental
DAF A PACCAR COMPANY
DAIMLER
DAM
Danfoss
DEUTZ
DeVetec
DIRK SCHUMANN
DUCATI
elringklinger
EVONIK Leading Beyond Chemistry
FEV
FKFS
Ford
FPT POWERTRAIN TECHNOLOGIES
LUBRICANTS. TECHNOLOGY. PEOPLE. FUCHS
FAS
GENERAL DYNAMICS European Land Systems
GETRAG
GETRAG FORD Transmissions
GIMA
GKN
GRAZIANO trasmissioni
PSA GROUPE
handtmann Ideen mit Zukunft.
HITACHI Inspire the Next
HOERBIGER because performance counts
hofer powertrain
THPE COXA
IAVF
IFT Ingenieurgesellschaft für Triebwerkstechnik mbH
The Testing Institute ISP
IVM Automotive Member of SEMCON
IVP
JOHN DEERE
JOYSON SAFETY SYSTEMS
KAMAZ

EUROPA

KOKITECHNIK Transmission Systems GmbH
KRISTL, SEIBT & CO
KST.
LAMBORGHINI
LBF
LIEBHERR
LINAK WE IMPROVE YOUR LIFE
THE LINDE GROUP Linde
LOCCIONI
MAGNA STEYR
MAHLE
MAN
MAN Energy Solutions
MDC Power
Mercedes-Benz
MINI
MTK
mtu Power. Passion. Partnership.
PANHARD
PANKL RACING SYSTEMS GROUP
PIAGGIO
PORSCHE
PTS
PUNCH
PUNCH | Powerglide
Red Bull Racing FORMULA ONE TEAM
RENAULT Passion for life
R.S.
ROLLS ROYCE
SCANIA
SCHAEFFLER
SIMPRO
ŠKODA
THIELEN Feinmechanik Hightech for metal & plastic
TOFAŞ
TOYOTA GAZOO Racing
TREMEC
Valeo SIEMENS eAutomotive
VOLVO
VICURA CAPTURE THE MOTION
vitesco TECHNOLOGIES
VOLKSWAGEN GROUP SERVICES
万里扬 WAN LI YANG
wilo
ZF

ASIEN

Aimil Ltd. Instrumentation & Technologies
GRC ATESTEO
ATJ AUTO TECHNIC JAPAN
AVL
AVTEC
北京汽车 BAIC MOTOR
FOTON
BorgWarner Turbo & Emissions Systems
Rexroth Bosch Group
BYD
CATARC China Automotive Technology & Research Center
CHANG FENG MOTOR
长安汽车 CHANGAN
常州汉迪机器人科技有限公司 ChangZhou Handy Robotics Technology Inc.
CHERY
中国重汽 SINOTRUK
CNGC
Chongqing TIEMA Industries Corporation
DAIMLER
Danfoss
东风德纳车桥有限公司
DFG GETRAG DONGFENG GETRAG TRANSISSION CO., LTD.
DYMOS
FAW
VOLKSWAGEN-FAW
FCA FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES
FIAT
广汽集团 GAC GROUP
GEELY AUTO
GETRAG
GKN
GM DAEWOO
Great Wall
Haima
HONDA
湖北三江航天万山特种车辆有限公司
湖南天雁机械有限责任公司 HUNAN TYEN MACHINERY CO.,LTD
HYUNDAI
HYUNDAI POWERTECH
WIA
JAC
JMC JIANGLING MOTORS CORPORATION,LTD
江麓谷大
JingLi
Kangyue Technology Co. Ltd.
Navien
KYMCO
蓝带传动
LG
LONCIN
MAGNA STEYR
Mahindra
MITSUBISHI MOTORS
National Motor vehicle Quality Supervision and Inspection Center
WEIFU 宁波威孚天力增压技术有限公司 Ningbo Weifu Tianli Turbocharging Technology Co., Ltd.
NIO
NISSAN
NMI
PATAC
PROTON
PSA GROUPE | AVTEC

ASIEN

S&T Dynamics
SAGW
上海汽车变速器有限公司 Shanghai Automobile Gear Works
SAIC 上汽集团 SAIC MOTOR
上汽大众 SAIC VOLKSWAGEN
SCHAEFFLER
SDS 上海纳铁福
上汽通用五菱 SGMW
Shaanxi Aerospeace Power Hi-tech Co.,Ltd 陕西航天动力高科技股份有限公司
盛瑞传递股份有限公司 Shengrui Transmission Co., Ltd
中国重汽 SINOTRUK
长安汽车 CHANGAN
常州汉迪机器人科技有限公司 ChangZhou Handy Robotics Technology Inc.
CHERY
中国重汽 SINOTRUK
上海菱重 SHANGHAI MHI
TAGC
TATA
TOYOTA
TSINGSHAN
TEL TURBO ENERGY
TVS
Valeo SIEMENS eAutomotive
VOLVO
VÖFON Passion and Efficiency
VOLKSWAGEN-FAW
上海华依科技集团
万里扬 WAN LI YANG
潍柴动力 WEICHAI POWER
WLY 万里扬
YUCHAI
ZF

NORDAMERIKA

SÜDAMERIKA

REILHOFER KG
Zugspitzstraße 5
85757 Karlsfeld
Germany

Tel. +49 8131 592 95-0
Fax +49 8131 974 47
info@rhf.de | www.rhf.de