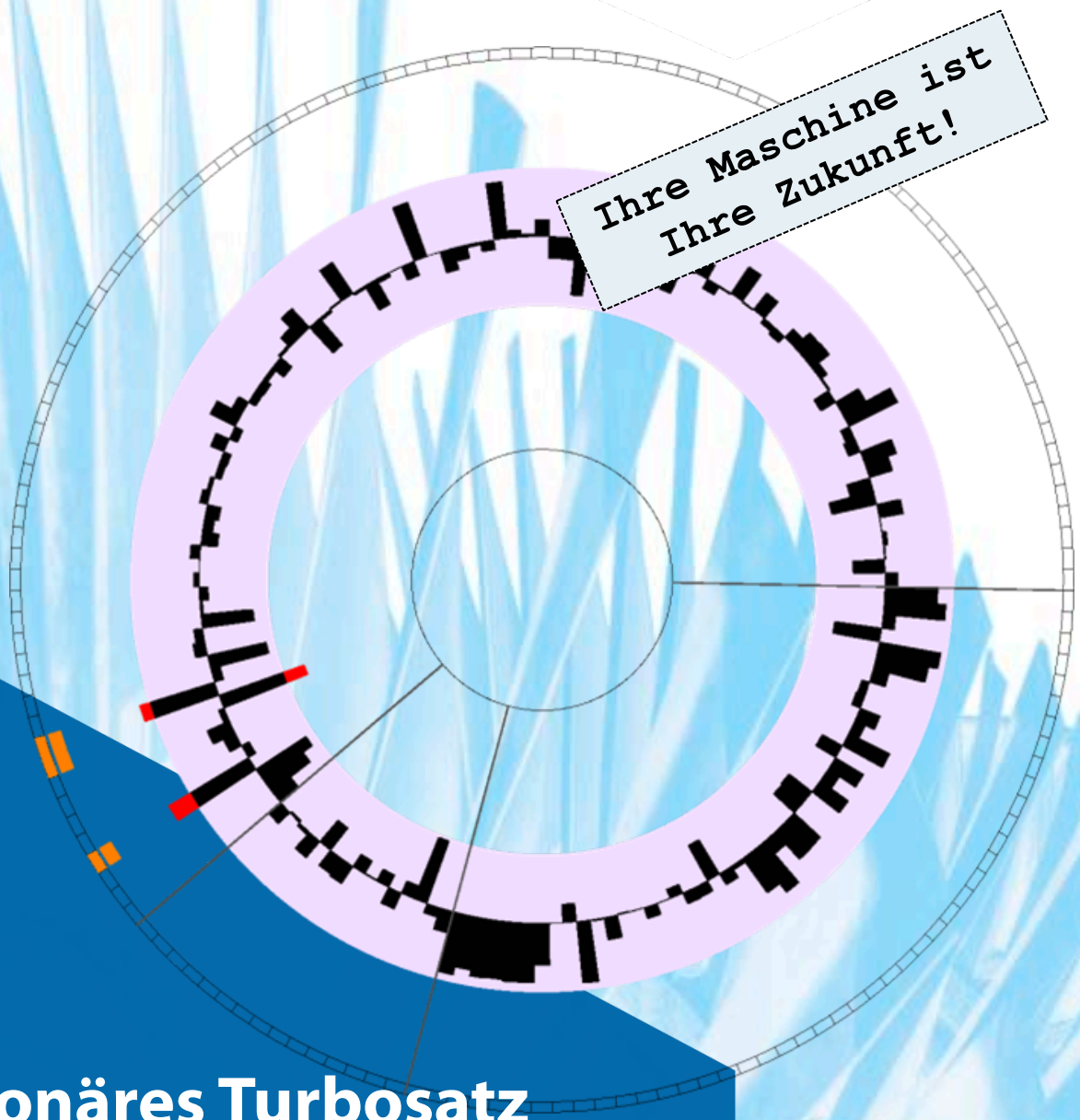


Stationäres Turbosatz Diagnose System STUDIS-SE

Das neue STUDIS-SE Condition Monitoring System verbindet intelligent vernetzte Datenerfassung mit selbst lernender Datenanalyse zu Ihrem idealen Werkzeug zur Fehlerfrüherkennung und Schadensvermeidung und schützt so die Zukunft Ihrer Maschine.

Siempelkamp

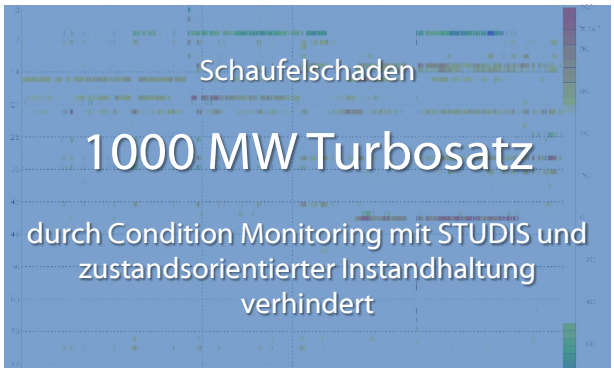
NIS Ingenieurgesellschaft

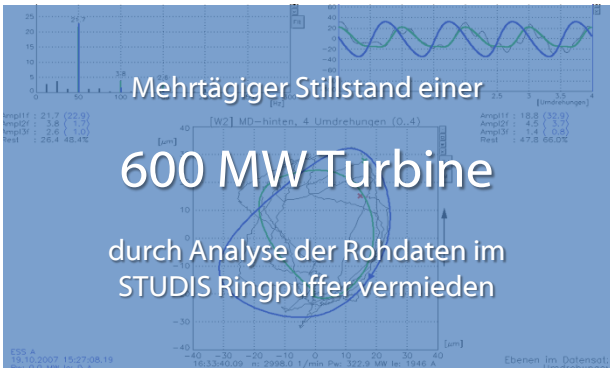
Die Erzeugung elektrischer Energie ist auf Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit ausgerichtet. Um dies zu verwirklichen, ist es notwendig, den Zustand Ihrer Maschinen exakt zu kennen, und Abweichungen vom normalen Betriebsverhalten klug auszuwerten.

Neben den Hauptaufgaben der Zustandsbeurteilung, der Fehlerfrüherkennung und der Fehleranalyse unterstützt STUDIS-SE Sie dabei, die überwachten Anlagen optimal zu betreiben, unerwünschte Betriebszustände zu vermeiden und so eine sichere und wirtschaftliche Fahrweise zu ermöglichen.

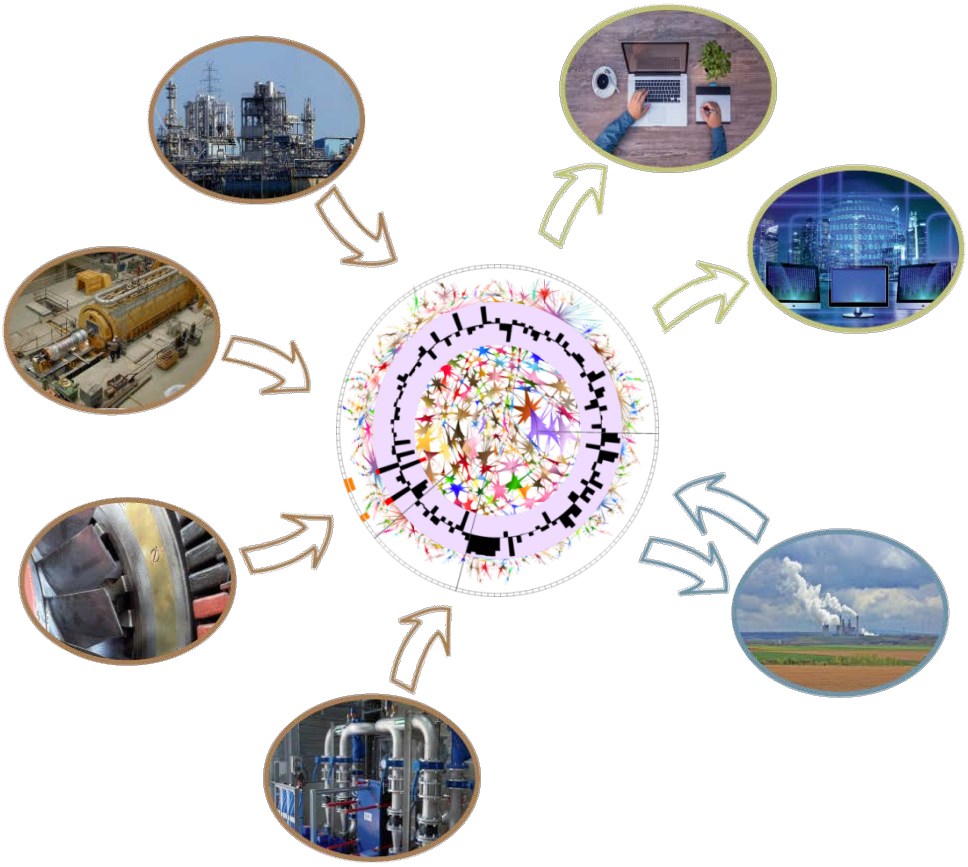
Zur Durchführung von Analysen durch Experten kann darüber hinaus jederzeit auf die gespeicherten Daten zurückgegriffen werden.

STUDIS-SE entlastet Sie von Routineauswertungen der Zustände, deren Erscheinungsbild und Wirkungszusammenhang bekannt sind. So können Sie Ihre Arbeit effektiver gestalten.





Signalerfassungsebene



Durch die geschickte Vernetzung von galvanisch entkoppelten Erfassungseinheiten ermöglicht Ihnen STUDIS-SE sowohl eine dezentrale Schwingungsdatenerfassung nahe an Ihrer Maschine, als auch eine zentrale Erfassung im Leittechnik-Raum. Potentialverschleppungen und Einstreuungen sind dadurch auf ein Minimum reduziert. Auswertungen können an jedem Standard-Arbeitsplatz durchgeführt werden, ohne die Sicherheit Ihrer Maschine zu gefährden.

Darüber hinaus ist durch eine Anbindung an den Siempelkamp NIS-Service-Rechner jederzeit eine Online-Diagnosemöglichkeit durch unsere Experten gegeben.

Zusätzlich zu Maschinensignalen können bereits in der Leittechnik vorhandene Prozesssignale nach STUDIS-SE übernommen werden. Die Kopplung der Leittechnikebene zu STUDIS-SE erfolgt geschützt über die vorhandenen Standard-Leittechnikschnittstellen.

An die Bedienbarkeit von STUDIS-SE haben wir hohe Anforderungen gestellt: der ungeübte Benutzer kann mit wenigen Schritten zu der für ihn wichtigen Information gelangen. Der Experte findet einen sehr flexiblen und umfangreichen Werkzeugkasten vor, der es ihm auf einfache Weise erlaubt, detaillierte Auswertungen durchzuführen.

Modularer Aufbau

Modular skalierbares System

Auf den zentralen Kern von STUDIS-SE können alle Module zugreifen. Der Aufbau der Module orientiert sich an den Funktionsgruppen Ihrer Maschine. Module aus Systemen anderer Hersteller können ebenfalls eingebunden werden. Der modulare Aufbau des Systems ist für die Planung der Investition sowie für spätere Erweiterungen eine ideale Grundlage. Die Schnittstellen sind offen und entsprechen den gängigen Standards.

Das modular aufgebaute und skalierbare STUDIS-SE beinhaltet:

- Datenerfassung
- Datenqualifizierung
- Visualisierung
- Analyse und
- Diagnose

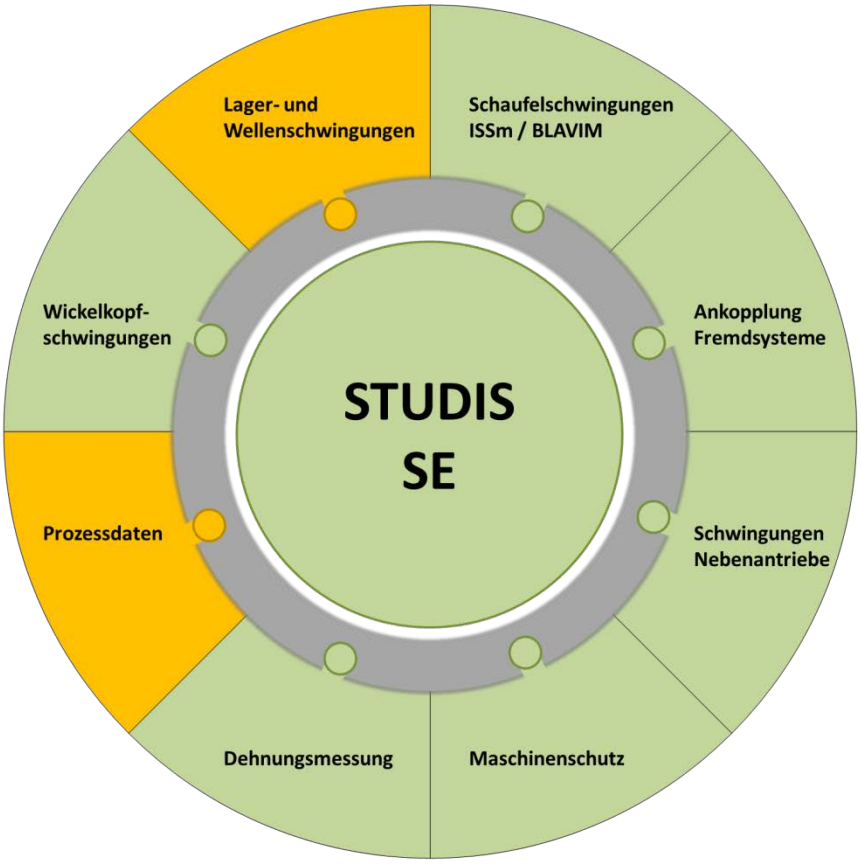


Abbildung 1: Modularer und skalierbarer Aufbau

Erfassungshardware

Schnelle Messwerterfassung mit dem Frontend MDS-100

Die zeitlich anspruchsvolle Erfassung von Schwingungssignalen erfolgt mittels eines Frontends, das seine Daten über Netzwerk an den STUDIS-Server übermittelt. Messstellen, die der Betriebsüberwachung auf dem Leitstand dienen, können für STUDIS-SE mitbenutzt werden. Der STUDIS-SE-Server ist für die Weiterverarbeitung der Daten sowie für die Visualisierung, Speicherung und Diagnose zuständig.

Intelligente Datenverdichtung

Für die Langzeitüberwachung und zur Verbesserung der Reproduzierbarkeit des Anlagenzustandes erfolgt eine intelligente betriebspunktabhängige Datenverdichtung. Es ist daher möglich, über einen unbegrenzten Zeitraum (abhängig vom Massenspeicher) das Verhalten der Maschine zu dokumentieren und fehlerbedingte langsame Veränderungen zu erkennen. Darüber hinaus können sekündlich aufgenommene Datensätze parallel für weitergehende Tiefen-Analysen vorgehalten werden.

Kontinuierliche Aufnahme von Messwerten

Das System ist in der Lage, kontinuierlich und zeitgleich eine beliebige Anzahl von Analogkanälen über die Leittechnik-Schnittstelle oder über eine eigene AD-Wandlung zu erfassen. Bis zu 40 Schwingungsebenen mit je vier Gebern sowie eine große Anzahl von Digitalkanälen können im Abstand von ca. einer Sekunde erfasst werden.

Das Schwingungssignal für rotierende Maschinen wird kontinuierlich mit jeweils 256 Abtastungen je Umdrehung aufgezeichnet. Die Abtastungen sind gleichmäßig auf eine Wellendrehung verteilt und werden über ein Keyphasersignal gesteuert in einem Ringpuffer gespeichert.

Monitoring

Fehlerfrüherkennung und Langzeitüberwachung

Zur optimalen Betriebsführung ist es wichtig, schleichende Veränderungen von Messgrößen zu erkennen und zu beurteilen. Diese müssen nicht zwingend fehlerbedingt sein, sondern können z. B. auf Verschmutzung beruhen. Um diese schleichenden Änderungen im Frühstadium zu erkennen, muss über einen entsprechend langen Beobachtungszeitraum auf qualitätsgesicherte betriebspunktbereinigte Beurteilungsgrößen zurückgegriffen werden.

Da dies mit STUDIS-SE leicht möglich ist, kann das Betriebspersonal bei der Wahl des optimalen Wartungs- bzw. Reinigungszeitpunktes unterstützt werden. Zur rechnerischen Ermittlung der Restlebensdauer hoch beanspruchter Bauteile von Dampfturbinen muss der Betreiber Angaben über die zeitliche Druck- und Temperaturbeanspruchung machen. Mit STUDIS-SE können online die Beanspruchung und die Zeitdauer ermittelt werden. Dadurch verfügen Betreiber, Hersteller und Gutachter über eine sehr genaue Belastungsstatistik.

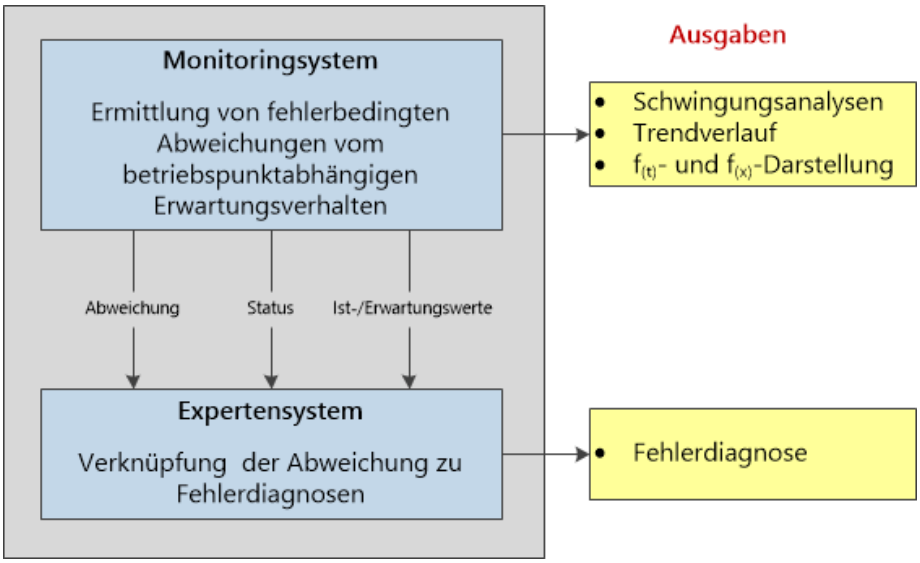


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Monitoring und Diagnose

Monitoring und Diagnose

Durch das Monitoringsystem werden innerhalb eines Messzyklus alle Messwerte erfasst, Frequenz- und Ordnungsanalysen erstellt und eine Qualitätsprüfung durchgeführt. Ferner werden die Messwerte kontrolliert, bewertet und ein betriebspunkt abhängiger Vergleich zwischen Erwartungs- und Ist-Verhalten durchgeführt. Die Ergebnisse des Vergleiches werden dem Expertensystem übermittelt. Das Expertensystem verknüpft die detektierten Abweichungen anhand vorgegebener Regeln zu Fehlerdiagnosen.

Diagnose mit Expertensystem

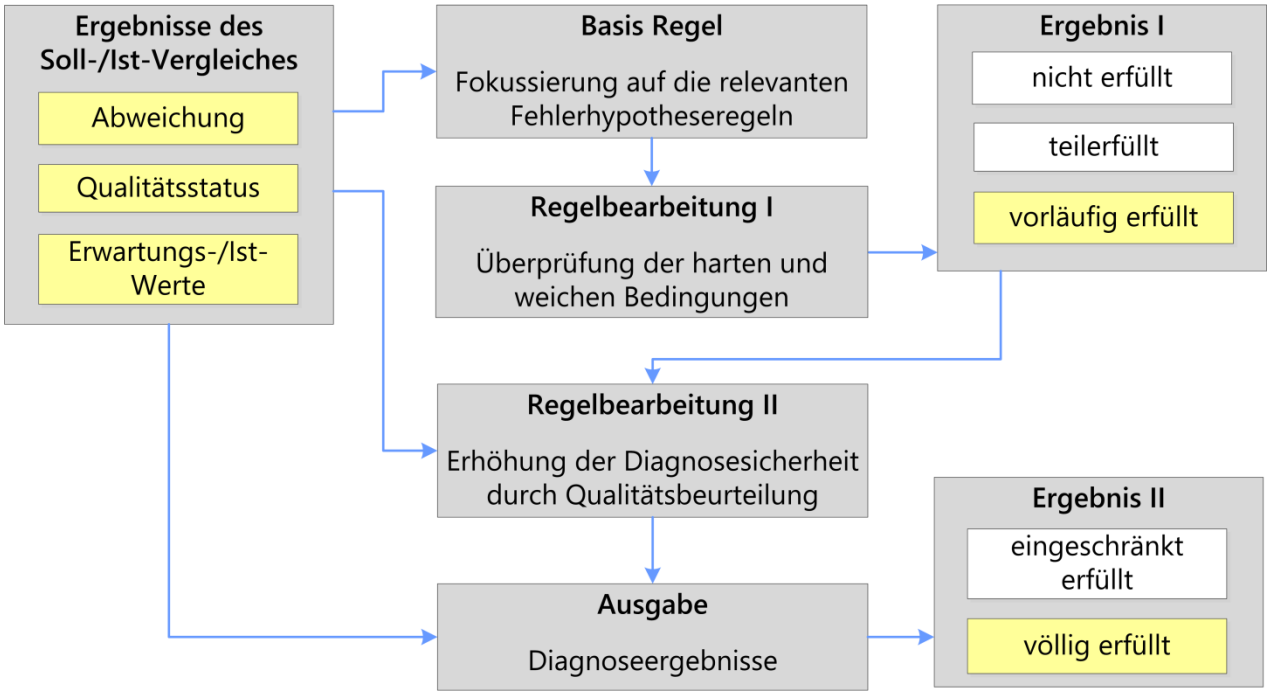


Abbildung 3: Schematischer Ablauf Diagnose

Fehlerdiagnose mit regelbasiertem Expertensystem

Eines der wesentlichen Merkmale von STUDIS-SE ist das regelbasierte Expertensystem. Im Gegensatz zu vielen Diagnosesystemen anderer Hersteller, in denen alle Fehlerregeln ereignis- oder zeitgesteuert abgearbeitet werden, bearbeitet STUDIS-SE nur Regeln von Fehlerhypothesen, bei deren Prämissen eine signifikante Abweichung vom Erwartungswert vorliegt. Dadurch lassen sich online besonders effektiv Fehlerhypothesen bestätigen.

Die Bearbeitung wird zunächst für Zeiträume mit stationärem Betrieb im thermisch ausgeglichenen Zustand durchgeführt. Die Mess- und Beurteilungswerte unterliegen einer gestuften Qualitätskontrolle. Das Ergebnis wird bei der weiteren Bewertung der Diagnose berücksichtigt. Für die Auswertung durch den Experten wird das Diagnoseergebnis mit allen während des Diagnoseverlaufes anfallenden Informationen dokumentiert. Somit ist es möglich, die Diagnose nachzuvollziehen oder Diagnoseregeln an neu gewonnene Erkenntnisse anzupassen.

Hochkomprimierte Informationsdarstellung

Beurteilung des Maschinenverhaltens

STUDIS-SE setzt zum Erkennen von nicht erwartungsgemäßem Maschinenverhalten überwiegend Automatismen ein. Es lassen sich Kriterien formulieren, durch welche die Auswertung gesteuert wird und Meldungen an autorisierte Personen abgesetzt werden. Treten Abweichungen auf, können sie mit den mächtigen Analysewerkzeugen von STUDIS-SE ausgewertet werden.

STUDIS "magic eye" (Magisches Auge)

Zur Online-Beurteilung des aktuellen Maschinenzustandes dient eine hoch-komprimierte Informationsdarstellung, das "magic eye“ (Abbildung 4), in dem jede konfigurierte Größe, bezogen auf ihr eigenes Toleranzband, normiert dargestellt wird. Das magische Auge kann bis zu 1.200 Größen mit Wert, Toleranzband und Grenzwertüber-schreitung darstellen. Am äußeren Kreis zeigen farbige Merker an, dass eine Grenzwert-verletzung innerhalb der letzten 24 Stunden vorliegt.

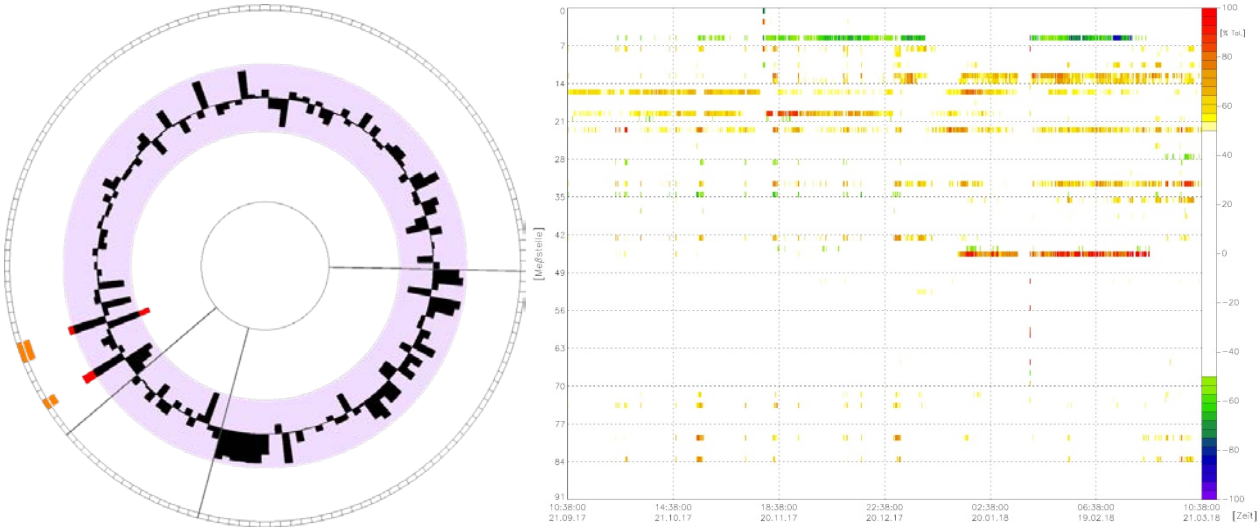


Abbildung 4: STUDIS-SE "magic eye"

Betriebspunktabhängiges Toleranzband

Mess- und Rechenwerte sind auf das individuell festgelegte Toleranzband um den betriebspunktabhängigen Erwartungswert normiert. Durch die dynamische Toleranzbandüberwachung ist es Ihnen möglich, bereits kleine schadensbedingte Abweichungen frühzeitig zu detektieren.

Grafischer Bericht

Im grafischen Bericht werden die Veränderungen der Abweichungen vom Erwartungswert farblich hervorgehoben.

Für Größen, deren Werte innerhalb des dynamischen Toleranzbandes liegen, bleibt die entsprechende Fläche weiß.

Visualisierungsbeispiele

Moderne Visualisierungstechnik mit hoher Flexibilität

Alle Mess- und Beurteilungsgrößen lassen sich als Funktion der Zeit oder als Funktion beliebiger anderer Größen darstellen. Die Visualisierung der Daten kann nach individuellen Auswahlkriterien erfolgen, wobei sich Kennlinien und Referenzzeiträume hinterlegen lassen. Jedes erzeugte Bild ist wieder als Vorlage für weitere frei konfigurierbare Grafiken nutzbar.

Wasserfalldarstellung

Im Wasserfalldiagramm werden Frequenz-Analysen von Schwingungssignalen hintereinander stehend dargestellt. Die Ansicht ist im Raum beliebig drehbar. Jede Linie kann in einem gesonderten Fenster einzeln betrachtet werden.

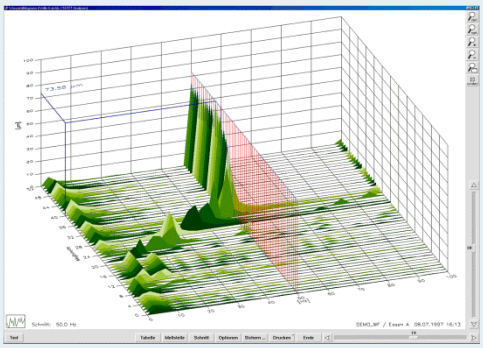


Abbildung 5: Wasserfalldarstellung

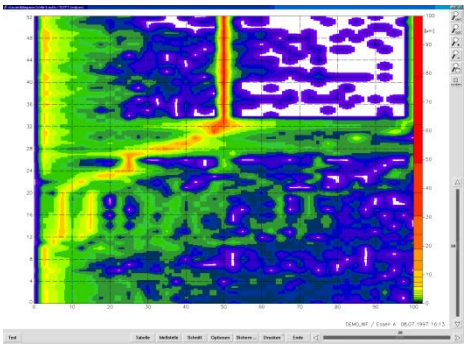


Abbildung 6: Spektrogramm

Spektrogramm
Eine Ausprägung des Wasserfalldiagramms ist das Spektrogramm, wobei der Farbverlauf die Amplitudenhöhe repräsentiert. Die Farbskala kann logarithmisch, quadratisch oder exponentiell gewählt werden. Eine Spreizung der Skala von Hand ist nachträglich möglich.

Wochen-, Monats- und Quartalsbericht

Der Wochenbericht zeigt Abweichungen der Kenngrößen des Turbosatzes vom Erwartungswert, wobei die Kenngröße und der Berichtszeitraum frei definiert werden können.

Frequenzanalyse

Im oberen Bereich des Diagramms kann das Zeit-Signal oder die Frequenzanalyse dargestellt werden. Im unteren Bereich wird die Bahnkurve des theoretischen Wellenmittelpunktes während der Wellen-Drehung dargestellt. Die Bahnkurve kann dabei mit eingeblendeten Referenzen, als Online-Darstellung oder über beliebige Zeiträume animiert dargestellt werden.

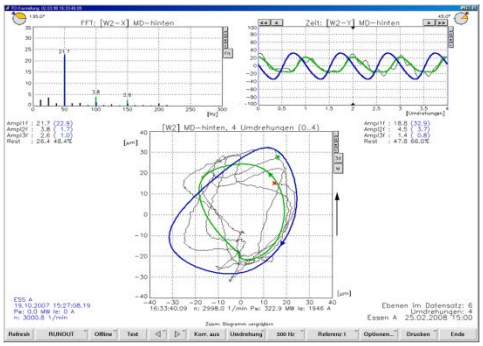


Abbildung 7: Frequenzanalyse

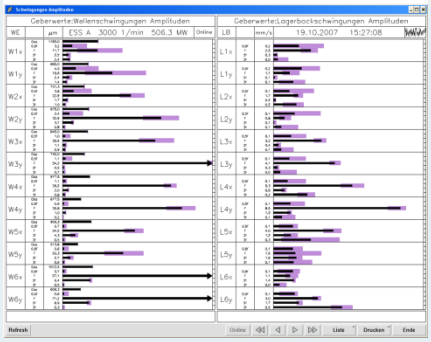


Abbildung 8: Balkendiagramm

Balkendiagramm

Pro Messebene werden für die Wellen-schwingungen Der X- und Y-Richtung die Größen Gap, 0.5f, 1f, 2f und 3f sowie die betriebspunkt-abhängigen Toleranzbänder und Grenzwert-überschreitungen dargestellt. Genauso können Sie auch mit Prozessgrößen verfahren.

Bode-Diagramm

Im Bode-Diagramm können Schwingungsgrößen mit Betrag und Phase gleichzeitig als Funktion der Drehzahl dargestellt werden. Zusätzlich lassen sich Referenzwerte und Drehzahl abhängige Toleranzbänder einblenden.

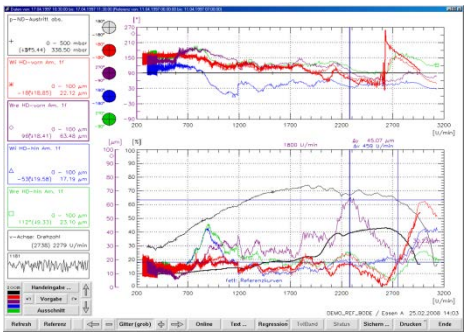


Abbildung 9: Bode-Diagramm

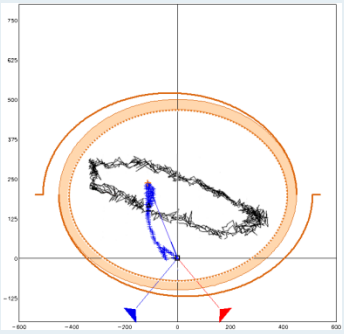


Abbildung 10: Shaft Centerline

Shaft Centerline

Die Shaft Centerline, oder auch statische Wellenlage bzw. Gümbel-Kurve, stellt den relativen Verlauf der Wellenmitte zum Lager im Hoch- und Auslauf, sowie während des Betriebs dar. Gemeinsam mit dem ebenfalls dargestellten Wellenorbit und dem Lager-spiel kann der Abstand der Welle zur Lagerschale ermittelt und überwacht werden.

Nyquist-Übersicht und Ortskurven-Darstellung

Im Nyquist-Diagramm oder der Ortskurven-Darstellung wird jedes Schwingungssignal mit Betrag und Phase dargestellt. Zur Beurteilung wird auch der Änderungszeiger herangezogen.

In der Nyquist-Übersicht erfolgt die Darstellung von mehreren Messebenen in einer Ansicht. Für die Online-Darstellung können, wenn gewünscht, Toleranzbänder eingeblendet werden. Zusätzlich zur Standardbedienleiste sind bei der Nyquist-Darstellung Werkzeuge zur Eingrenzung, Markierung und Bewertung der Ergebnisse vorhanden.

Es ist auch ein Diagramm möglich, in dem Ortskurvendarstellung und Darstellung über der Zeit kombiniert werden können. Die Cursor sind dabei synchronisiert.

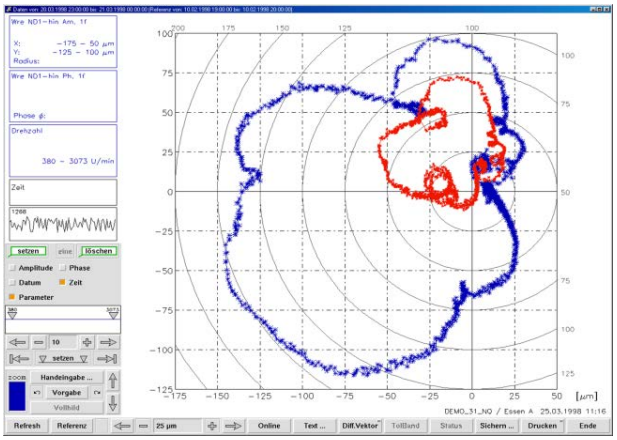


Abbildung 11: Ortskurven-Darstellung

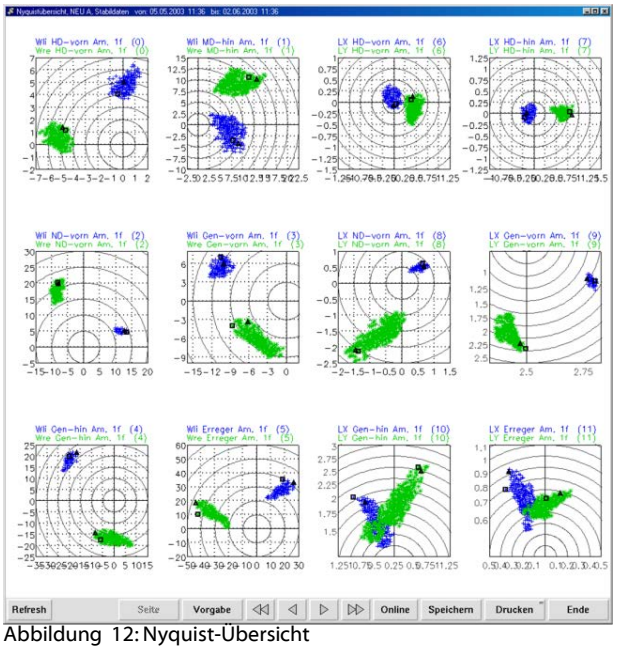
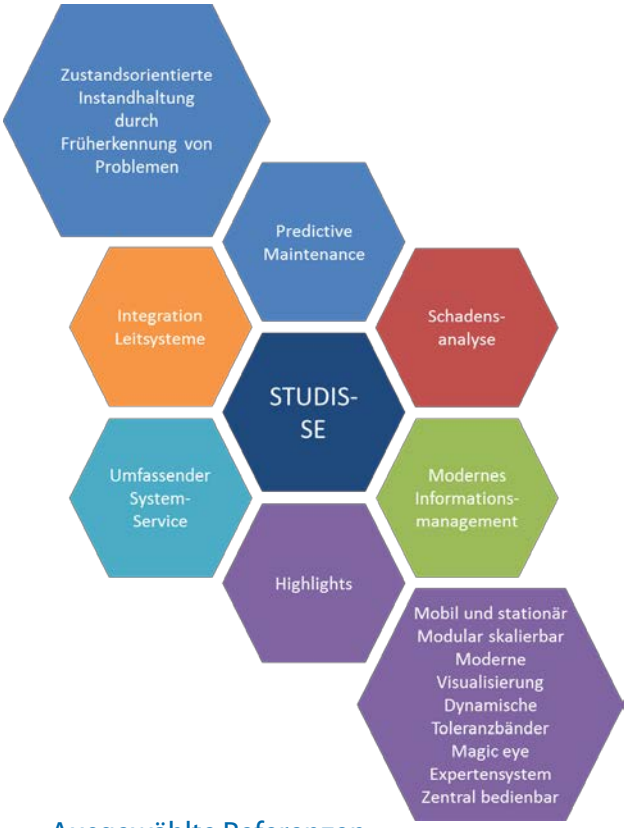


Abbildung 12: Nyquist-Übersicht



Ausgewählte Referenzen:

- KW Weisweiler
- KW Huckingen
- KW Gersteinwerk
- KW Emsland
- KW Westfalen
- KW Goldenbergwerk
- KW Denizli
- KW Neurath
- KW Niederaußem
- GuD Bayer Dormagen
- KW Köln Niehl
- KW Ibbenbüren
- GuD BASF Ludwigshafen
- Solvay GmbH
- KW KEO Rüsselsheim
- KW Eemshaven
- KW Walsum

Technische Details

- Modularer Systemaufbau
- Kontinuierliche Schwingungserfassung ohne Zeitlücken
- Spannungsversorgung 24 – 38 VDC
- Puffertiefe Frontend bis zu 256 Sekunden
- Je Frontend (MDS-100) 4 schnelle und 4 langsame Eingänge
  - Schnelle Eingänge: 16.000 Abtastungen/ Sekunde, bei Keyphaserbetrieb 512 Abtastungen/Umdrehung
  - Langsame Eingänge: 4 Abtastungen/ Sekunde
- Auflösung 12 Bit für langsame Eingänge/ 16 Bit für schnelle Eingänge
- 2 freie Prozessdateneingänge ±10 V/0…20 mA
- Eingangswiderstand 0,5 MΩ/1 MΩ bei 30 pF Eingangskapazität
- Vollständige galvanische Trennung aller Ein- und Ausgänge
- Netzwerkorientiertes System, Visualisierung am Arbeitsplatz ohne zusätzliche Software (rdp)
- Langzeitspeicher des Servers größer als 10 Jahre
- Ringpuffer für Rohdaten (256 Samples pro Umdrehung pro Sensor) für mehrere Wochen
- Firmwareupdates und Software-änderungen über Netzwerk möglich
- Weiterentwicklungen voll kompatibel
- zu älteren Systemen

Siempelkamp
NIS Ingenieurgesellschaft mbH
Industriestraße 13
63755 Alzenau

Tel: +49 6023 40693-0
Fax: +49 6023 40639-970
nis.alzenau@siempelkamp-nis.com

Intelligent engineering
for future generations.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt und darf nur mit ausdrücklicher Zustimmung der Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH ganz oder in Teilen vervielfältigt, elektronisch gespeichert, bearbeitet, wiedergegeben oder veröffentlicht werden.

12/2022