

## CADA-NT (Integriertes Datenmanagementsystem für einen Schleuderprüfstand)

CADA-NT entstand aus einem grösseren System, welches anwenderspezifisch für einen der weltgrössten Kraftwerkhersteller entwickelt wurde. Es koordiniert Datenerfassung, Signaldarstellung und Datenmanagement beim Auswuchten von grossen Rotoren. Wir sind in der Lage, unser System in eine bestehende Anlage zu integrieren, d.h. es an die vorhandenen Sensoren anzupassen. Natürlich liefern wir auch die gesamte Messkette mit den benötigten Sensoren, Junction Boxen, Kabel, usw.

Erhältlich sind die folgenden Rotormessungen:

- absolute Lagerschwingung
- relative Wellenschwingung
- absolute Wellenschwingung
- Spannung, Strom und Temperatur der Generatorwicklung

## Automation

CADA-NT automatisiert die Datenerfassung beim Hochfahren, bei konstanter Geschwindigkeit und beim Herunterfahren des Rotors. Die Daten werden in Echtzeit dargestellt und abgespeichert, d.h. jeder Rotorlauf kann wieder zurückgespielt werden. Wenn die korrekten Parameter eines Rotors ermittelt sind, können diese jederzeit wieder abgerufen werden. Beim Auswuchten eines nächsten gleichen Rotors führt dies zu einer beachtlichen Zeitersparnis. Beim Beginn des Hochfahrens eines Rotors wird die vorbestimmte Startdrehzahl durchlaufen und die Datenerfassung startet. Falls konstante Geschwindigkeitsmessung erforderlich ist (z.b. für Wicklungstest von Generatoren) schaltet das System automatisch auf diese Messart. Es registriert die Auslaufphase und übernimmt die entsprechenden Daten. Sämtliche Messdaten eines Rotors inkl. Rotor Typ, Seriennummer, Auftragsnummer, Projektname usw. werden registriert und gespeichert. Nun werden die Daten auf die Auswuchtsoftware übertragen.

## Signal-Analyse und Darstellung

CADA-NT hat eine grosse Anzahl Analyse-und Darstellungsmöglichkeiten:

- Bode Diagramm zur Darstellung von Amplitude und Phase
- Ordnungs-Analyse
- Wasserfall-Analyse
- Summenwert-Darstellung
- Bar Graph-Anzeige
- Zeit-und Frequenztrendanzeige
- Digitaler Schreiber
- Oscilloscope
- FFT
- Darstellung der Mittellinie von Wellen von 3 Perspektiven.
- Analyse von Wellenbiegungen basierend auf Ordnungen
- Reporting Toolkit
- Automatischer Vergleich von Hoch- und Runterfahren
- Irgendein Plot kann in der Grösse angepasst und zusammen mit anderen Plots auf einem Layer dargestellt werden.
- Total sind 12 Layer möglich.

Moderne Soft- und Hardware zur Datenerfassung, Analyse und Visualisierung ist flexibel und leistungsfähig. Basierend auf PC-Technik und lauffähig auf den aktuellen Windows®-Betriebssystemen versprechen sie eine kostengünstige und schnelle Realisierung komplexer Automatisierungsprojekte.

Aber kaum eine der angebotenen Lösungen deckt die Spezifikationen vollständig ab, besonders wenn der Prüfvorgang, der aufgrund langjähriger Erfahrung optimiert wurde, beibehalten werden soll. Sind die richtigen Produkte gefunden, so müssen diese aufeinander abgestimmt werden. Schnittstellen werden angepasst und Software wird modifiziert.

Auf Basis Ihres Lastenheftes erstellen wir eine schlüsselfertige Lösung. Soweit möglich setzen wir vom Markt akzeptierte Standardprodukte ein. Wird eine spezielle Hardware benötigt, so entwickeln und produzieren wir diese. Spezielle Algorithmen zur Signalverarbeitung werden erarbeitet und in Software realisiert. Wir helfen Ihnen bei der Inbetriebnahme der Gesamtlösung und trainieren Ihre Mitarbeiter.

Unser Team besteht aus applikationserfahrenen Projektingenieuren und Softwareentwicklern, die eine Vielzahl von Lösungen für die Prüfstandautomatisierung realisiert haben. Unsere vielfältigen Referenzen finden Sie beispielsweise in Motoren- und Gasturbinenprüfständen, permanent installierten Turbinen-Diagnosesystemen, in mobilen Messsystemen sowie in Aluminium-Kaltwalzstrassen.

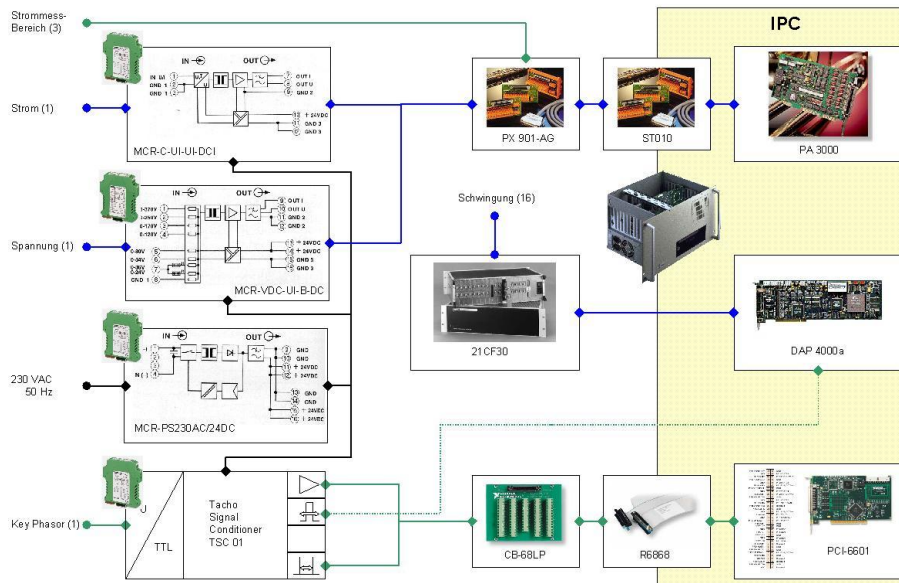
## Die Aufgabe

In einem Schleuderprüfstand, z.B. eines grossen Turbinenherstellers, werden Generator- und Turbinenrotoren hochgenau gewuchtet. Das bestehende Datenerfassungs- und Analysesystem sollte durch eine PC-gestützte, unter Windows lauffähige Lösung ersetzt werden. Bis zu 26 Schwingungssignale von unterschiedlichen Aufnehmern und maximal 16 Prozesssignale müssen zeitsynchron und lückenlos in Echtzeit erfasst, analysiert und dargestellt werden. Die Schwingungssignale sollten rotorsynchron im Speed-Tracking-Verfahren eingelesen werden, um eine genaue Ordnungsanalyse zu gewährleisten. Weitere Forderungen sind die automatische Steuerung des gesamten Messablaufes durch die bereitgestellten Prozessinformationen. Nach Beendigung eines Messlaufes sollten verdichtete Datensätze in das Berechnungsprogramm zur Rotorwuchtung exportiert werden. Es wird eine Journal-Funktion erwartet, die ein einfaches Wiederauffinden und Vergleichen gespeicherter Prüfdaten ermöglicht. Die Datenvisualisierung soll die für Schwingungsanalysen notwendigen Grafikformate bereitstellen und für verschiedene Rotortypen bedienerfreundlich konfigurierbar sein. Selbsttestfunktionen und Erweiterbarkeit sind generelle Voraussetzungen.

## Die Lösung

Das Hardwaredesign basiert fast durchgehend auf bewährten Standardkomponenten. Lediglich der Signalkonditionierer für das Drehzahl- und Triggersignal sowie einige Verbindungskabel wurden kundenspezifisch konzipiert und gefertigt. Durch Einsatz von modernster PC-Messtechnik konnte ein kompakter Aufbau realisiert werden, der in der vorhandenen Bedienkonsole Platz fand.

## Beispiel der Datenerfassung



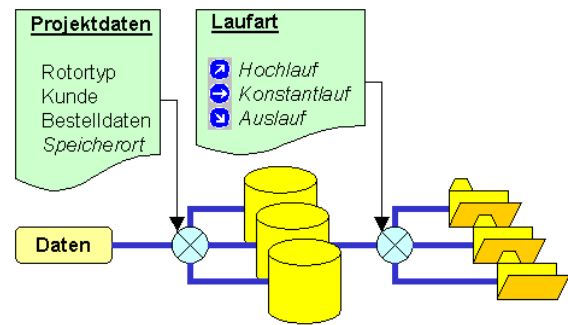
| Datenerfassung der Schwingungssignale (dynamisch) |   |
|---|---|
| Eingänge  | 26 Differenzeingänge, max. $\pm 10$ V, Verstärkung - 18...+36 dB in 6 dB Stufen |
| Auflösung   | 14 bit, 0.61 mV, Nichtlinearität < 0,012%                                       |
| Abtastrate / Frequenzbereich                      | max. 750 kSample/s/Kanal, 25.5 kHz/Kanal  |
| Anti-Aliasing-Filter                              | Elliptisch, Ripple < 0,1 dB, Eckfrequenzauflösung 2550:1 @ 10 Hz...25.5 kHz     |
| Datenerfassung der Prozesssignale (statisch)      |   |
| Eingänge  | 16 Spannungseingänge 0-10 V, 12 bit Auflösung, 100 kSamples/s                   |
| Signalaufbereitung                                | Galvanisch getrennte (3-Wege) Messverstärker (Spannung, Strom, ...)             |
| Datenerfassung der Rotordrehzahl                  |   |
| Eingang   | Differenzeingang, max. $\pm 30$ V   |
| Schaltswelle                                      | manuell einstellbar mit veränderbarer Hysterese                                 |

## Der Messablauf

Anhand des Drehzahlverhaltens des Rotors erkennt das System automatisch die Laufvariante (Hochlauf, Konstantlauf oder Auslauf) und stellt die Messwerterfassung optimal entsprechend der Konfiguration ein. Während der Datenaufzeichnung kann die Grafikausgabe beliebig angepasst und verändert werden. Am Ende eines Prüflaufes werden die gesammelten Rohdaten lokal oder im Netzwerk gespeichert. Gleichzeitig werden die Messdaten verdichtet und an das vom Kunden gestellte Wuchtprogramm zur Berechnung der Ausgleichgewichte übertragen. Wurde vor dem Lauf eine Rundlaufüberprüfung bei niedriger Drehzahl vorgenommen, wird auf Wunsch eine Kompensation der mechanischen Rundlaufabweichungen durchgeführt.

## Das Speicherkonzept

Die Messsignale werden als Zeitreihen im Rohformat gespeichert. So lassen sich auch später noch Neukalibrierungen und beliebige Analysen ausführen. Der Speicherort wird aus den übermittelten Projektdaten und der aktuellen Laufart ermittelt. Die für das Wuchtprogramm exportierten Daten werden an die Projektdatenbank übergeben, um eine lückenlose Projektdokumentation zu gewährleisten.



| № | Startzeitpunkt      | Abgabe | Projekt-Nr. | Speicherort   | Laufart  | Ergebnis |
|---|---------------------|--------|-------------|---------------|----------|----------|
| 1 | 17.08.2000 10:59:16 | ✓      | 50107       | 200-450-10    | 00:00:20 | 5✓       |
| 2 | 17.08.2000 11:03:27 | ✓      | 50107       | 200-450-10    | 00:00:44 | 4✓       |
| 4 | 17.08.2000 11:07:33 | ✓      | 11107 997   | 1-888 111-888 | 00:00:02 | 21✓      |
| 5 | 17.08.2000 11:40:48 | ✓      | 11107 997   | 1-888 111-888 | 00:00:44 | 46✓      |

Alle Speichervorgänge werden in einem Laufjournal festgehalten. Durch umfangreiche Filter- und Sortierfunktionen ermöglicht der Journalmanager ein einfaches Auffinden gespeicherter Messdaten. Die automatische Abgleichfunktion berücksichtigt das Löschen oder Auslagern von Messdaten-Dateien auf andere Datenträger. Messdaten werden immer zusammen mit den Konfigurationsdaten gespeichert, um eine konsistente Datenhaltung sicherzustellen.

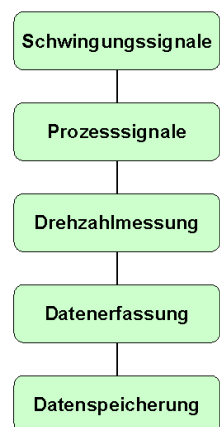
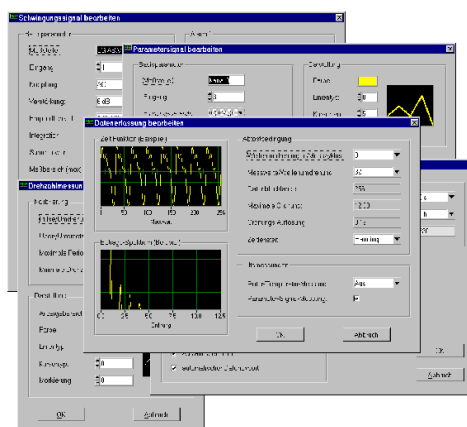
## Die Grenzwertüberwachung



Alle Messsignale und deren Kenngrößen lassen sich mit je zwei Grenzwerten belegen. Bei Über- oder Unterschreitung der Grenzwerte wird der Benutzer durch entsprechende Hinweise und Farbumschläge bei der Messwertanzeige gewarnt. Eine zuschaltbare Alarmliste gibt Auskunft über den Alarmzustand aller Signale, unabhängig von der Auswahl der aktuellen Anzeige.

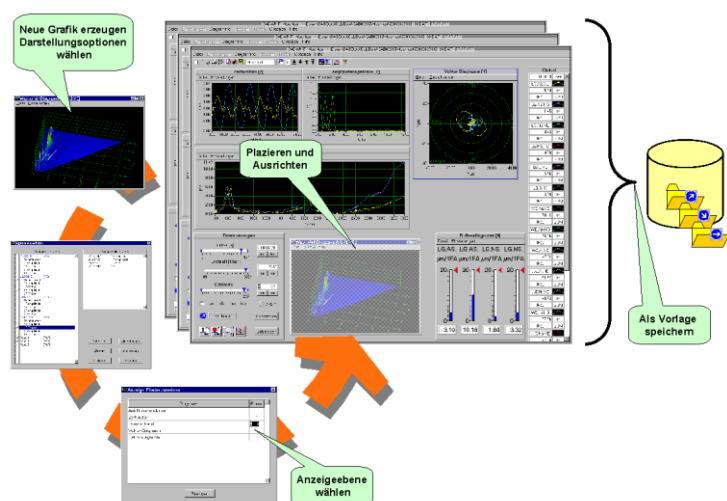
## Die Konfiguration des Messlaufes

Übersichtliche Dialoge gewährleisten eine einfache und sichere Konfigurierung des Messablaufes. Anschauliche Grafiken erklären die Auswirkungen einer Parameteränderung auf die Messdatenerfassung und die Speicherbedingungen. Kopier- und Filterfunktionen beschleunigen die Kalibrierung der Schwingungs- und Prozesssignale. Umfangreiche Plausibilitätsprüfungen verhindern die Eingabe falscher oder ungünstiger Messbedingungen. Die vollständige Konfiguration kann als Vorlage gespeichert werden. Dadurch entsteht ein Katalog von wiederverwertbaren rotorspezifischen Konfigurierungen, die zu einer merklichen Verkürzung des Messablaufes führen.



## Die Grafikoberfläche

Die grafische Oberfläche lässt sich aus einer Fülle, für die Anzeige von Schwingungsdaten optimierten Darstellungen frei konfigurieren. Optionen wie z.B. mehrere Y-Achsen, logarithmische Teilung, Autoskalierung und freie Farbwahl gewährleisten eine flexible Gestaltung. Die Darstellungen lassen sich auf bis zu 10 Ebenen aufteilen, zwischen denen einfach umgeschaltet werden kann. Alle grafischen Darstellungen stellen Cursor zur Verfügung, die untereinander gekoppelt sind. Wird z.B. der Cursor auf einem Drehzahlrend verfahren, so wird automatisch das entsprechende Spektrum in einer FFT-Darstellung angezeigt. Die so erstellten Oberflächen können als komplette Vorlage gespeichert und auch während eines Messlaufes zur Änderung der Anzeige geladen werden. Eine Zuordnung der Vorlagen zu den verschiedenen Laufarten ermöglicht das automatische Laden einer neuen angepassten Anzeige bei einer Änderung des Messablaufes. Alle Darstellungen können einzeln oder in ihrer Gesamtanordnung auf dem Bildschirm in der maximalen Auflösung des angeschlossenen Druckers ausgegeben werden.



## System-Selbsttest

Für jede Hardwarekomponente wird eine Selbsttestfunktion bereitgestellt, die zum Kalibrieren der Messwerterfassungseinheiten oder zu Fehlerdetektion benutzt werden kann.