

# Condition Monitoring für Predictive Maintenance

Der intelligente Antrieb



# NORD DRIVESYSTEMS Gruppe



Industriegetriebe



Getriebemotoren



Frequenzumrichter und Motorstarter

- ▶ Hauptsitz und Technologiezentrum in Bargteheide bei Hamburg.
- ▶ Innovative Antriebslösungen für mehr als 100 Industriezweige.
- ▶ 7 technologisch führende Fertigungsstandorte produzieren Getriebe, Motoren und Antriebselektronik für komplette Antriebssysteme aus einer Hand.
- ▶ NORD hat 48 eigene Tochtergesellschaften in 36 Ländern und weitere Vertriebspartner in mehr als 50 Ländern. Diese bieten Vor-Ort-Bevorratung, Montagezentren, technische Unterstützung und Kundendienst.
- ▶ Mehr als 4.000 Mitarbeiter weltweit schaffen kundenspezifische Lösungen.



Hauptsitz in Bargteheide



Getriebefertigung



Umrichterfertigung



Motorenfertigung



Produktion und Montage



Motormontage

## Allgemein

Im Rahmen des Condition Monitorings für Predictive Maintenance der NORD DRIVESYSTEMS Gruppe werden dynamisch berechnete und sensorisch erfasste Betriebswerte ausgewertet und zur Weiterverarbeitung bereitgestellt. Die Erfassung und Weiterverarbeitung der Betriebswerte erfolgt dabei unabhängig von einer externen Steuerung durch den Frequenzumrichter und im Zusammenspiel mit dessen integrierter PLC. Die Ergebnisse werden permanent über die PLC-Ausgabeparameter bereitgestellt und können über Industrial Ethernet (z.B. PROFINET IO) an ein lokales Dashboard übertragen, gespeichert und visualisiert werden. Jede Antriebseinheit kann neben allen internen Messwerten dazu genutzt werden, externe Sensorik wie z. B. einen Temperatursensor (PT1000 in der Motorentwicklung)

oder einen Schwingungstransmitter auszuwerten. Die Verarbeitung der Messwerte und die Aufbereitung der Ausgangssignale erfolgt dynamisch und individuell in jedem Frequenzumrichter und mithilfe dessen integrierter PLC. Weiterhin besteht die Möglichkeit, Schwellwerte zu definieren, deren Überschreitung zu einem Alarm führt. Alle Ausgangssignale, die aus der Datenverarbeitung des Frequenzumrichters resultieren, werden außerdem über die Bus-Schnittstelle zur Weiterverwendung bereitgestellt und durch das Dashboard ausgelesen. Das Dashboard dient als Datenspeicher für die erfassten Betriebswerte aller Antriebe und durch die detaillierte Visualisierung jedes einzelnen Antriebs auch als interaktive Schnittstelle zum Bediener.

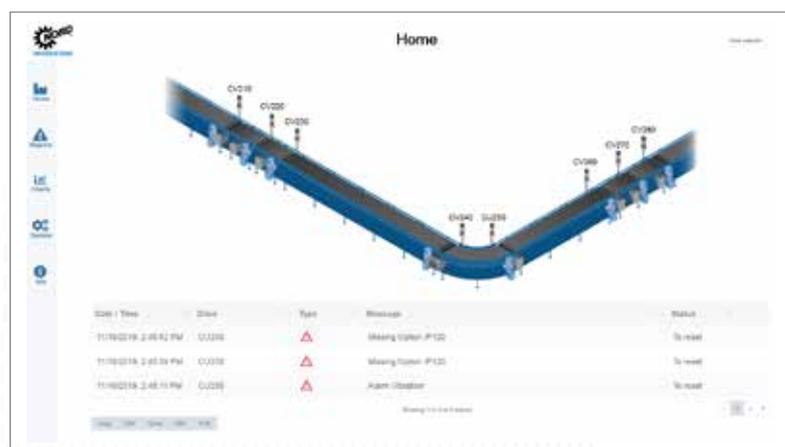
## Warn- und Alarmlmeldungen

Jeder Antrieb kann den Condition Monitoring-Status z. B. mittels einer externen Signalsäule in den Zuständen Grün, Gelb und Rot signalisieren.

- ▶ Grün: Es liegen keine Warnungen und kein Fehler vor.
- ▶ Gelb: Mindestens eine der vier Messgrößen hat die Warngrenze überschritten oder es steht eine Warnung am Frequenzumrichter an.
- ▶ Rot: Mindestens eine der vier Messgrößen hat die Alarmgrenze überschritten oder der Frequenzumrichter ist in Störung gegangen.

Parallel dazu werden die Warn- und Alarmlmeldungen aller Antriebe auf dem Dashboard visualisiert.

## NORD-Dashboard: Grafische Übersicht über die Applikation



# Condition Monitoring für Predictive Maintenance

Beim Condition Monitoring werden periodisch beziehungsweise kontinuierlich Antriebs- und Zustandsdaten erfasst, um die Betriebssicherheit und Effizienz von Maschinen und Anlagen zu optimieren. Aus dem Condition Monitoring können wichtige Informationen für Predictive Maintenance abgeleitet werden. Das Ziel ist dabei, die Maschinen und Anlagen proaktiv zu warten, Ausfallzeiten zu reduzieren und die Gesamtanlageneffektivität zu erhöhen.

## Nutzen für unsere Kunden

- ▶ Frühzeitige Erkennung und Vermeidung von unzulässigen Betriebszuständen
- ▶ Zustandsorientierte Instandhaltung ersetzt zeitbasierte Instandhaltung
- ▶ Planbare Maschinen- oder Anlagenstillstände auf Basis realer Antriebs- und Prozessdaten
- ▶ Reduzierung von Service- und Materialkosten
- ▶ Erhöhung der Lebensdauer von Bauteilen und Maschinen
- ▶ Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- ▶ Vermeidung von nicht geplanten Stillstandszeiten
- ▶ Planbare und kostenoptimierte Instandsetzung

## Condition Monitoring

Das INDUSTRIAL INTERNET of THINGS (IIoT) konzentriert sich auf die Anwendung des Internets in industriellen Prozessen und Abläufen. Die Ziele des IIoT sind die Steigerung der betrieblichen Effizienz, Kostensenkungen und schnellere Prozesse. Eine zentrale Rolle spielen Sensoren und Sensordaten, die die Basis für Condition Monitoring und Predictive Maintenance bilden.

- ▶ In den Frequenzrichter integrierte Condition Monitoring-Lösungen für Predictive Maintenance-Systeme
- ▶ System ist IIoT / INDUSTRIE 4.0 READY!
- ▶ Verfügbar für dezentrale und Schaltschranklösungen

### Sensorik

- ▶ Schnittstelle für digitale / analoge Sensorik
- ▶ Virtuelle Sensorik – die integrierte PLC kann Informationen wie z. B. den optimalen Ölwechselzeitpunkt berechnen

### Kommunikationsschnittstellen

- ▶ Schwellwerte oder allgemeine Zustandsinformationen können nach außen kommuniziert werden (über die marktüblichen Industrial Ethernet-Dialekte)

### Integrierte PLC

- ▶ Lokale Vorverarbeitung der Daten in der integrierten PLC
- ▶ Vorverarbeitung der Schwellwerte

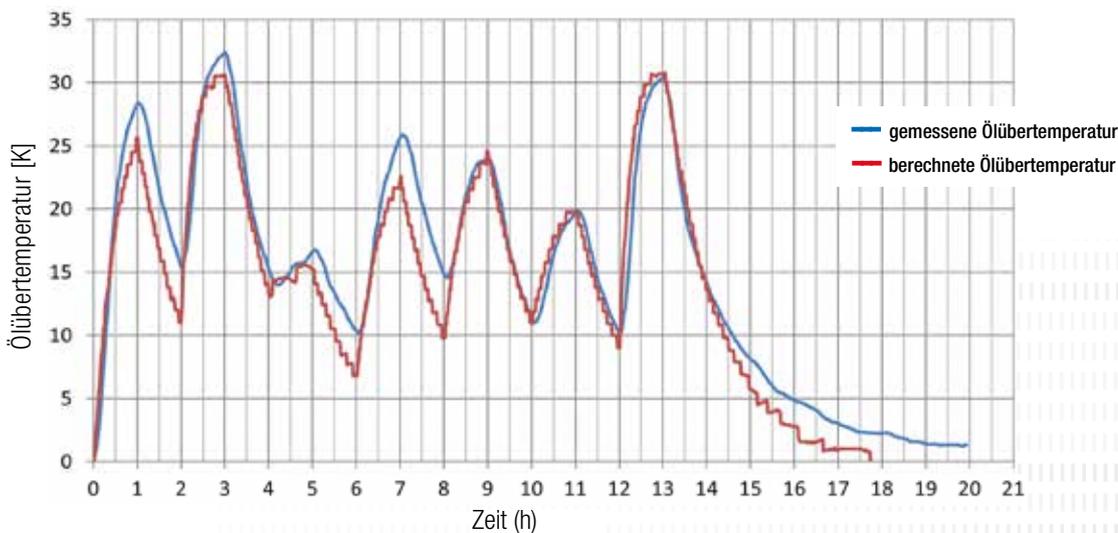
## Predictive Maintenance

Informationen aus dem Condition Monitoring können in Predictive Maintenance überführt werden.

### Antriebsbasierter Ansatz

- ▶ Sensorlose Ermittlung des optimalen Ölwechselzeitpunkts auf Basis der virtuellen Öltemperatur
- ▶ Vorverarbeitung der Antriebsdaten in der integrierten PLC
- ▶ Bereitstellung dieser Daten an den Kunden über alle gängigen Schnittstellen

### Temperaturverlauf des Öls im Getriebe



### Optimaler Ölwechselzeitpunkt

- ▶ Getriebeparameter und spezifische, betriebsbedingte Parameter ermöglichen eine genauere Angabe des Ölwechselzeitpunkts.
- ▶ Die NORD-Lösung nutzt die Tatsache, dass das Altern des Öls bei Getrieben insbesondere von der Öltemperatur abhängig ist.
- ▶ Verzicht auf einen physischen Temperatursensor, da die virtuelle Sensorik anhand antriebspezifischer Parameter kontinuierlich die aktuelle Öltemperatur berechnet.
- ▶ Der vorhandene NORD-Frequenzumrichter wird als Auswerteeinheit genutzt: Der Algorithmus läuft in der integrierten PLC.

# Condition Monitoring für Predictive Maintenance

## Visualisierung definierter Antriebsparameter

Actual speed	Motordrehzahl	Actual current	Ausgangsstrom des FUs
Actual voltage	Ausgangsspannung (FU)	Mechanical power	Mechanische Leistung am Motor
Vibration	Vibrationen	Motor temperature	Motortemperatur
Remaining oil lifetime	Restnutzungsdauer des Getriebeöls	Actual heat sink temperature	Temperatur am Kühlkörper des FUs
Drive status	Betriebszustand des Antriebs	Operation time	Betriebsdauer d.h. FU ist eingeschaltet
Running time	Freigabedauer des FUs	Status	Betriebszustand des FUs

## Ansicht der übertragenen Informationsparameter eines beliebigen Antriebs



## Funktionsumfang

Es stehen drei Funktionsumfänge zum Condition Monitoring (CM) zur Verfügung, die aufeinander aufbauen. Optional ist die Funktion NORD-Smart Oil Change (SOC) erhältlich.

### CM1

CM1 beinhaltet die Übertragung ausgewählter Antriebs-Informationsparameter vom Frequenzrichter in eine Datenbank eines lokalen IPC. Die integrierte PLC des Frequenzrichters wird nicht verwendet. Es ist eine Ethernet-Schnittstelle im Frequenzrichter erforderlich, um die Daten an den lokalen IPC zu übermitteln.

### CM2

CM2 nutzt zusätzlich die integrierte PLC des Frequenzrichters für eine schwellwertbasierte Auswertung der externen Sensorik (Vibrationssensor und Motortemperatur) oder Antriebs-Informationsparametern. Optional ist die Funktion NORD-Smart Oil Change verfügbar.

### CM3

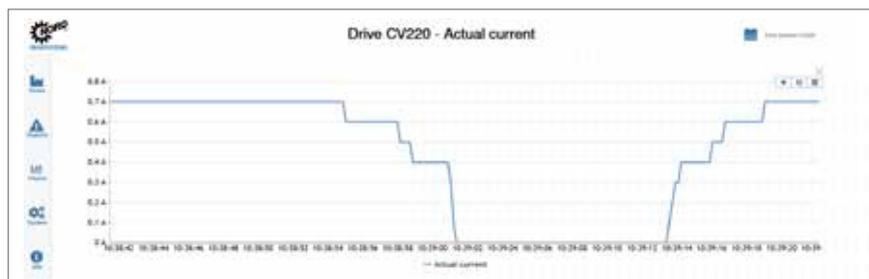
CM3 bietet die Visualisierung der Daten jedes Antriebs in einem NORD-eigenen Dashboard.

### SOC

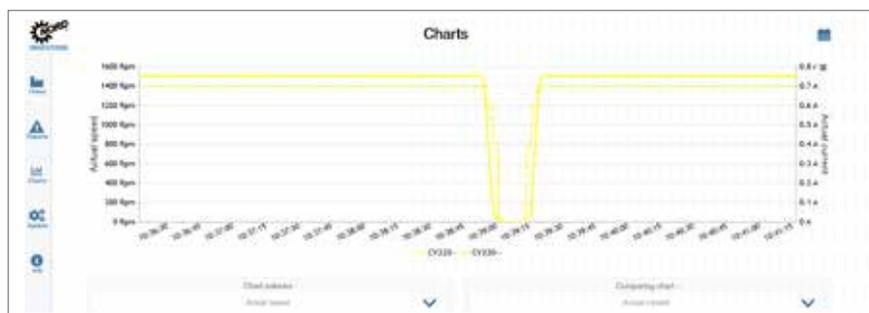
Die optionale Funktion SOC bietet die Ermittlung des optimalen Ölwechselzeitpunkts auf Basis der virtuellen Öltemperatur. Der Algorithmus läuft in der integrierten PLC. Aktuell ist diese Funktion für 2-stufige Kegelradgetriebe verfügbar.

Die Daten werden live in den Charts aktualisiert. Über eine Kalenderfunktion ist es zudem möglich, die Daten aus der Vergangenheit zu betrachten.

### Detailliertes Chart: Verfügbar für jede abgebildete Größe



### Chart selector: Vergleich von zwei Parametern zwischen mehreren Antrieben



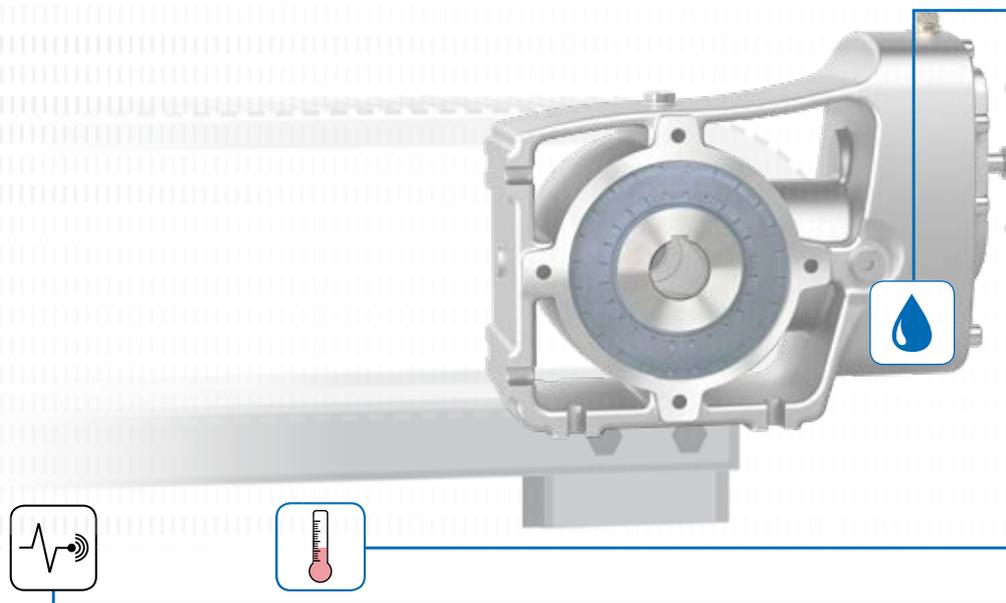
### Reports: Darstellung der anstehenden oder quitierten Fehler- und Warnmeldungen

Date / Time	Drive	Type	Message	Status
11/18/2018, 9:44:54 AM	CV2B	Warning	Warning Temperatur	Done
11/18/2018, 9:44:54 AM	CV2B	Alarm	Alarm Temperatur	Done
11/18/2018, 9:43:19 AM	CV2B	Alarm	Alarm Temperatur	Done
11/18/2018, 9:43:19 AM	CV2B	Warning	Warning Temperatur	Done
11/18/2018, 9:40:17 AM	CV2B	Warning	Warning Current	Done
11/18/2018, 9:40:17 AM	CV2B	Alarm	Alarm Current	Done
11/18/2018, 9:34:59 AM	CV2B	Warning	Warning Current	Done
11/18/2018, 9:34:59 AM	CV2B	Alarm	Alarm Current	Done
11/18/2018, 9:38:05 AM	CV2B	Warning	Warning Current	Done
11/18/2018, 9:38:05 AM	CV2B	Alarm	Alarm Current	Done
11/18/2018, 9:32:22 AM	CV2B	Warning	Warning Current	Done
11/18/2018, 9:32:22 AM	CV2B	Alarm	Alarm Current	Done

### Parametrierung am Frequenzumrichter

Die Funktionalitäten sind im Wesentlichen fest programmiert. Lediglich die Alarmschwellwerte können durch den Benutzer angepasst werden. Die Schwellwerte für die Warnmeldungen werden prozentual von den Alarmschwellwerten abgeleitet.

# Condition Monitoring für Predictive Maintenance



## System-Vibrationssensor

- ▶ NORD-qualifizierte Sensoren
- ▶ Kundenspezifische Sensoren anschließbar (analog / digital)



## Temperatursensor

- ▶ Motortemperatursensor auf Basis PT1000
- ▶ Umgebungs- oder Systemtemperatur



## Ölwechsel

- ▶ Ermittlung des optimalen Ölwechselzeitpunkts auf Basis der virtuellen Öltemperatur
- ▶ Der Algorithmus läuft in der integrierten PLC



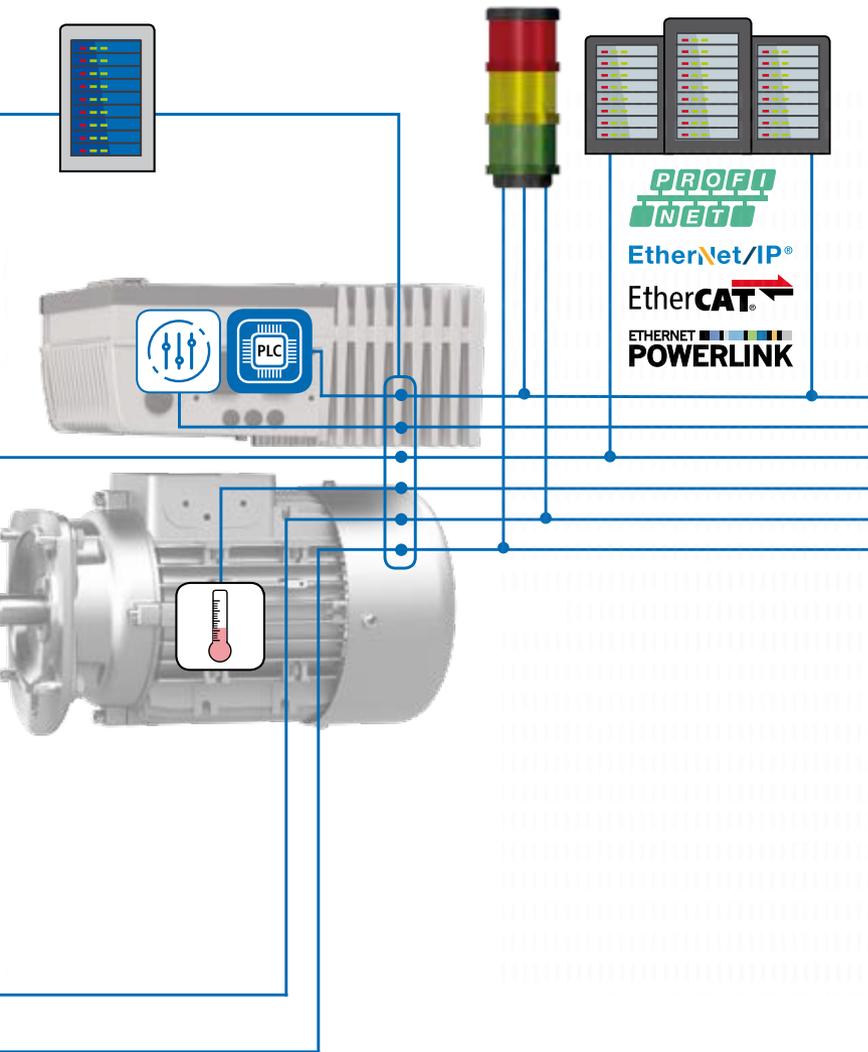
## Antriebsparameter

- ▶ Auslesen der Antriebsparameter des Antriebssystems
- ▶ Basis für virtuelle Sensorik



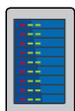
## Integrierte PLC

- ▶ Vorverarbeitung der antriebspezifischen Parameter und der antriebsnahen Sensorik
- ▶ Auswertung der Betriebszustände des Antriebs



### Signalampel

- ▶ Lokale Anzeige von Betriebszuständen des Antriebs
- ▶ Skalierbare Anzeige



### Lokale Datenverwaltung (IPC)

- ▶ Aufbereitung der Antriebsdaten für Antriebs- und Systemanalyse
- ▶ Condition Monitoring



### Locales Dashboard

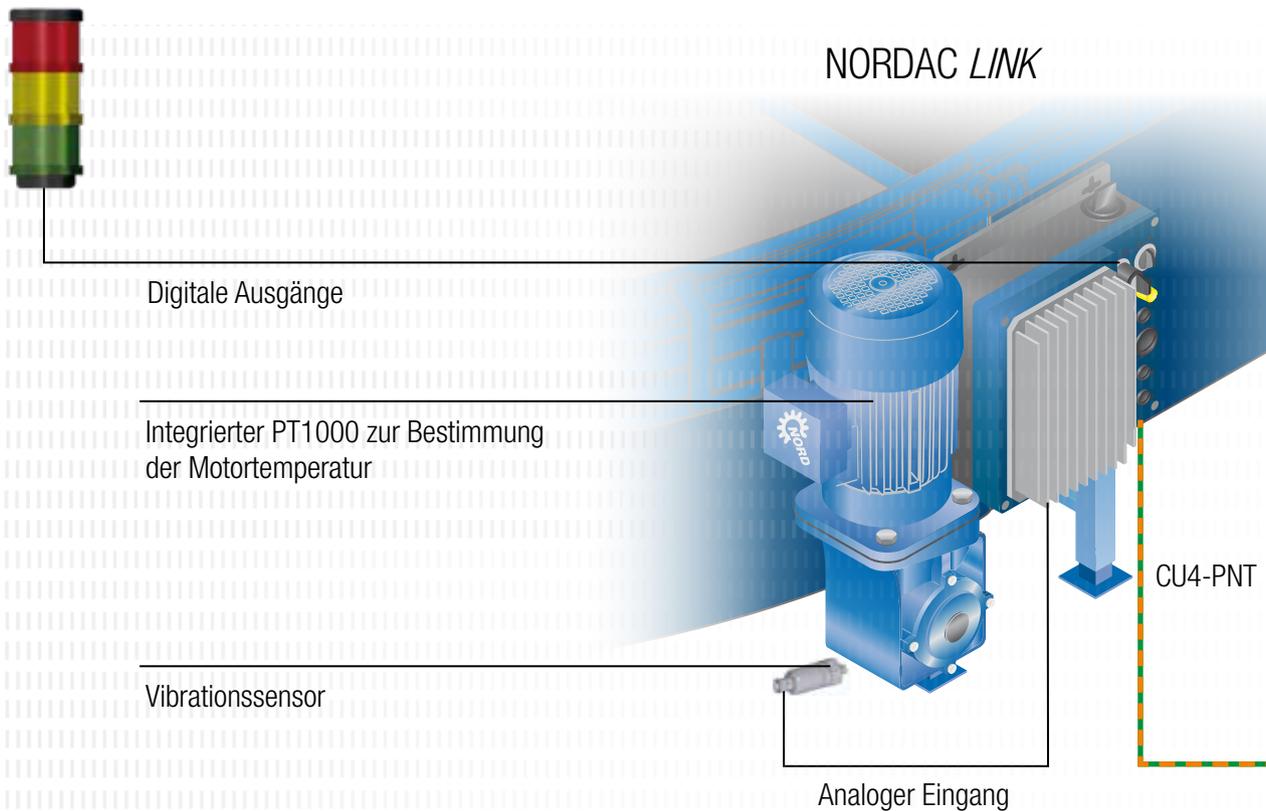
- ▶ Anzeige der Antriebs- und Systemdaten



### Übergeordnete PLC

- ▶ Verarbeitung der Condition Monitoring-Informationen auf Kundenseite
- ▶ Zusammenführung der gesammelten Condition Monitoring-Informationen zu den Prozessdaten

# Condition Monitoring für Predictive Maintenance



## Condition Monitoring an einem Flughafen

An einem internationalen Flughafen hat NORD DRIVESYSTEMS eine Pilotanlage umgerüstet, um an ausgewählten Antrieben Condition Monitoring-Daten zu sammeln. Die Förderer sind mit NORD-Getrieben, -Motoren und -Frequenzumrichtern der Reihe NORDAC *LINK* ausgestattet. Die Motoren sind mit einem PT1000 ausgerüstet, um die Motortemperatur bestimmen zu können. An den Getriebemotoren ist ein Schwingungstransmitter angebracht, der die Ermittlung der effektiven Schwinggeschwindigkeit der Maschine inklusive des Antriebs ermöglicht. Die Messwerte können mit den Grenzwerten nach beispielsweise DIN ISO 10816 ausgewertet werden und als Abschaltgrenzen dienen. Da es sich bei dem Sensorsignal um einen gefilterten Effektivwert handelt, lässt sich aus dem Signal kein detaillierter Rückschluss auf etwaige Schäden an Getriebe- oder Motorkomponenten ziehen. Bei beiden Sensoren handelt es sich um Analogensensoren, die somit direkt an die Analogeingänge des NORDAC *LINK* angeschlossen werden konnten. Die Besonderheit an dieser Lösung ist, dass die integrierte PLC des NORD-Frequenzumrichters genutzt wird, um Schwellwerte für Vibration, Motortemperatur und Motorstrom auszuwerten und daraus entsprechende Warn- und Alarmmeldungen zu generieren. Zusätzlich läuft der Algorithmus NORD-Smart Oil Change zur Bestimmung des Ölwechselintervalls der

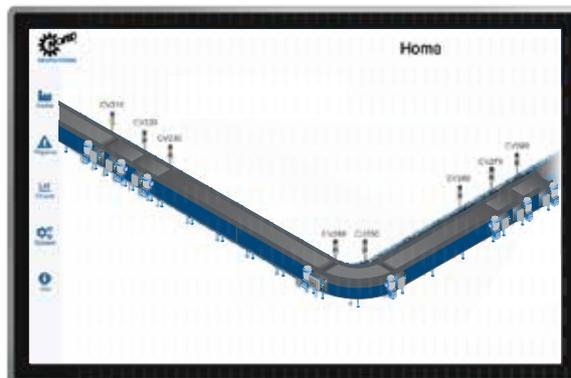
## Lokaler PC (Dashboard)

Integrierte PLC:

- ▶ NORD-Smart Oil Change

Schwellenwerte definiert für:

- ▶ Strom
- ▶ Motortemperatur
- ▶ Vibration



PLC

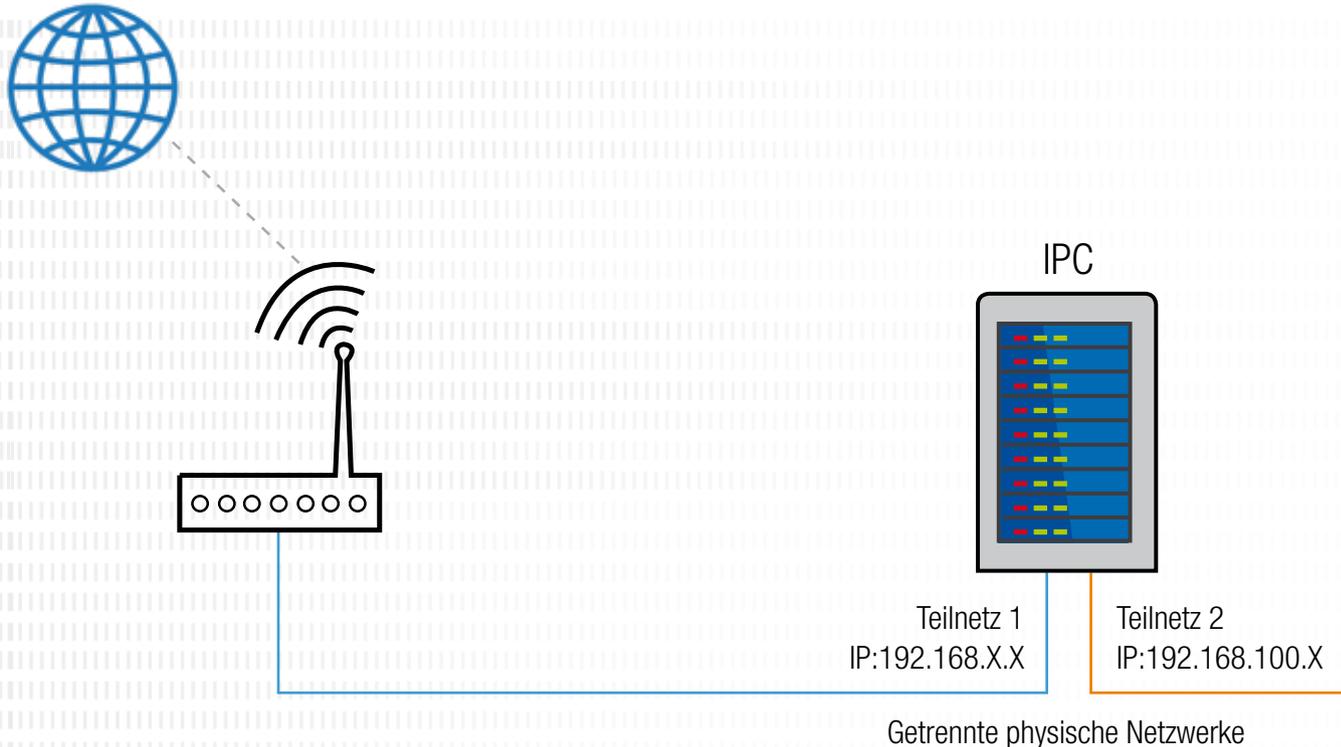


UDP-Kanal

Ethernet-basiert

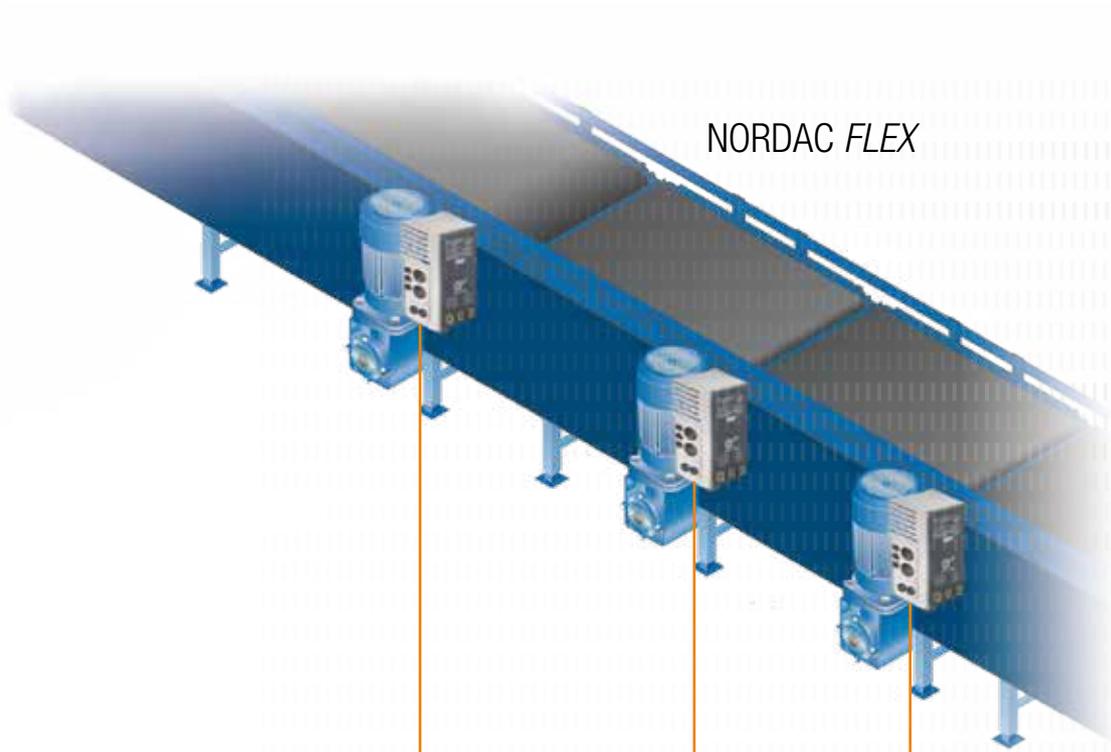
2-stufigen Kegelradgetriebe in der integrierten PLC. Somit wurde die komplette Logik für die Condition Monitoring für Predictive Maintenance-Lösung in der integrierten PLC des Frequenzumrichters umgesetzt. Als Kommunikationsschnittstelle zur übergeordneten Steuerung wird PROFINET IO eingesetzt. Über der PROFINET IO-Schnittstelle werden mehrere Antriebs-Informationsparameter an einen PC übermittelt. Der PC dient mit seinem Touchscreen gleichzeitig als NORD-eigenes Dashboard, auf dem die in einer lokalen Datenbank gespeicherten Werte zur Visualisierung dargestellt werden. Meldungen der Überschreitung von Schwellenwerten sowie generelle Antriebs-Informationsparameter lassen sich hier bequem anzeigen. Über eine „Historie-Funktion“ lassen sich die Daten schnell und übersichtlich auch aus der Vergangenheit anzeigen. Zusätzlich dient eine externe Signalampel, angeschlossen und versorgt über den NORDAC *LINK*, zur Visualisierung des Condition Monitoring-Status. Grün – keine Meldungen, Gelb – Warnschwelle überschritten, Rot – Alarmschwelle überschritten. Aufgetretene Warn- oder Alarmmeldungen lassen sich zusätzlich über eine Reset-Taste auf dem Dashboard direkt quittieren. Die Lösung dient als weiterer Entwicklungsschritt, das Thema Condition Monitoring für Predictive Maintenance voranzutreiben.

# Condition Monitoring für Predictive Maintenance



## Condition Monitoring in einem Paketverteilzentrum

Für ein Paketverteilzentrum hat NORD DRIVESYSTEMS eine Softwarelösung geliefert, um die bestehende Anlage mit Condition Monitoring aufzurüsten. Mit einer zusätzlichen Hardware, bestehend aus einem IPC, wurde es möglich gemacht, sämtliche Antriebs-Informationsparameter einzusammeln und an eine Kunden-Cloud weiterzugeben. Die Anlage ist mit 96 NORD-Antrieben ausgestattet, bestehend aus Getrieben, Motoren und Frequenzumrichtern der Baureihe NORDAC *FLEX*. Als Kommunikationsschnittstelle wird PROFINET IO eingesetzt. Neben Teilnehmern im PROFINET-Verbund sind auch bis zu drei Teilnehmer über den Systembus an einem Umrichter angeschlossen. Der IPC wurde nachträglich in einem Schaltschrank installiert. Neben einem Cyber-Security-Konzept (Windows Firewall, Windows Security Updates, Antivirus Programm) ist der IPC mit zwei physikalisch getrennten Netzwerkkarten ausgestattet. Eine stellt die Schnittstelle in der Kundenapplikation dar, über die die Daten der Antriebe eingesammelt werden. Die andere Netzwerkkarte stellt die Schnittstelle zur Kunden-Cloud her. Somit ist die Anlage optimal abgesichert. Der IPC fragt alle vorher definierten Parameter über den UDP-Kanal des PROFINET IO-Telegramms von allen Frequenzumrichtern ab. Zusätzlich ist die lokale Datenbank durch HTTPS, einen Benutzernamen und ein Kennwort geschützt.



Folgende Antriebs-Informationsparameter werden eingesammelt:

- ▶ Betriebsdauer
- ▶ Freigabedauer
- ▶ Aktuelle Drehzahl
- ▶ Aktueller Strom
- ▶ Aktuelle Spannung
- ▶ Mechanische Leistung
- ▶ Kühlkörpertemperatur des Frequenzumrichters

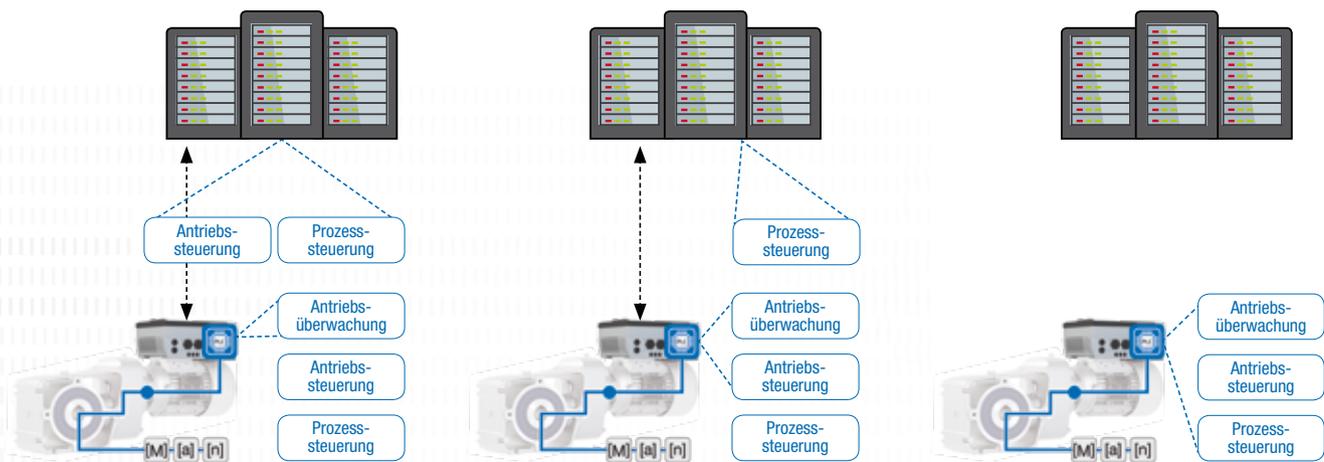
Die Daten werden auf dem lokalen IPC in einer Datenbank gespeichert. Über eine Push-Funktion wird es ermöglicht, die Daten anschließend direkt in eine Kunden-Cloud zu übertragen. Mit der NORD-Lösung wurde es dem Kunden ermöglicht, auch eine bestehende Anlage in eine Condition Monitoring für Predictive Maintenance-Umgebung einzubinden.

# Condition Monitoring für Predictive Maintenance

## Integrierte PLC

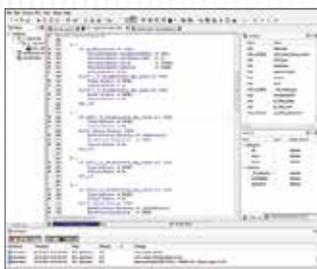
- ▶ Verfügbar für alle NORD-Frequenzumrichter und -Motorstarter
- ▶ Führt antriebsnahe Funktionen aus
- ▶ Bindet antriebsnahe Aktoren und Sensoren ein
- ▶ Zugriff auf Parameter
- ▶ Zugriff auf Industrial Ethernet-Daten oder Feldbus
- ▶ Realisierung von applikationsspezifischen Funktionen

## Die passende PLC-Software-Architektur für Ihre Lösung



## NORDCON APP

- ▶ Dashboard-basierte Visualisierung zur Antriebsüberwachung und Fehlerdiagnose
- ▶ Parametrierung mit Hilfefunktion und Parameter-Schnellzugriff
- ▶ Oszilloskop-Funktion



## NORDCON-Software

- ▶ Benutzerfreundliche Parametrierung und Programmierung mehrerer Antriebe
- ▶ PLC-Editor nach 61131-3 mit Unterstützung für Strukturierter Text (ST), Anweisungsliste (IL) und PLCopen-Motion-Control-Bibliothek
- ▶ Multi-Achsen-Zugriff via Ethernet-Tunneling

## NORDAC PRO – Schaltschrankumrichter



- ▶ Die nächste Generation Schaltschrankumrichter
- ▶ Kompakte Abmessungen, innovatives und äußerst flexibles Kommunikations- und Schnittstellenkonzept, funktional erweiterbar durch Optionsbaugruppen
- ▶ Leistungsbereich bis 160 kW
- ▶ Schaltschrankmontage
- ▶ IP20

## NORDAC LINK – Dezentraler Frequenzumrichter



- ▶ Der Feldverteiler für die flexible, dezentrale Installation
- ▶ Ausstattung, Funktion und Anwendung frei konfigurierbar
- ▶ Schnelle Inbetriebnahme durch hohe Steckbarkeit, Anlagenservice durch integrierte Wartungsschalter und lokale Handbedienmöglichkeit
- ▶ Leistungsbereich bis 7,5 kW
- ▶ Montage im Feld
- ▶ IP55 / IP66

## NORDAC FLEX – Dezentraler Frequenzumrichter



- ▶ Der dezentrale Antrieb mit flexiblen Installationsmöglichkeiten
- ▶ Einfache Inbetriebnahme und Wartung
- ▶ durch umfassende Steckbarkeit sowie den einfachen Parametertransfer via EEPROM-Speicher
- ▶ Leistungsbereich bis 22 kW
- ▶ Wand- oder Motormontage
- ▶ IP55 / IP66

## NORDAC BASE – Dezentraler Frequenzumrichter



- ▶ Die ökonomische dezentrale Variante für die einfache Antriebsaufgabe
- ▶ Geringer Installationsaufwand sowie robustes Design für die einfache Montage außerhalb des Schaltschranks
- ▶ Leistungsbereich bis 2,2 kW
- ▶ Wand- oder Motormontage
- ▶ IP55 / IP66 / IP69K

**DE**

Getriebebau NORD GmbH & Co. KG  
Getriebebau-Nord-Str. 1  
22941 Bargteheide, Deutschland  
T: +49 45 32 / 289 0  
F: +49 45 32 / 289 22 53  
info@nord.com

**AT**

Getriebebau NORD GmbH  
Deggendorfstrasse 8  
4030 Linz, Österreich  
T: +43 732 / 31 89 20  
F: +43 732 / 31 89 20 85  
info@nord-at.com

**CH**

Getriebebau NORD AG  
Bächigenstrasse 18  
9212 Arnegg, Schweiz  
T: +41 71 / 388 99 11  
F: +41 71 / 388 99 15  
switzerland@nord.com