



WHITE PAPER — JULY 2021

BERÜHRUNGSLOSE KOMPONENTEN- UND MOTOREN- PRÜFUNG IN ECHTZEIT

SEITE

INHALT

03	EINFÜHRUNG
03	HERAUSFORDERUNG
04	BEISPIEL – MOTORPRÜFSTAND
06	DIE TECHNOLOGIE HINTER DER BERÜHRUNGSFREIEN MESSUNG
08	GL.BENCH – FÜR MODERNE UND ROBUSTE MESSAUFBAUTEN
09	ÜBER NCTE
10	NCTE SENSOREN

EINFÜHRUNG

Bei der Entwicklung von Prüfsystemen für neue innovative Produkte muss die benötigte Zeit vom Entwurf bis zum fertigen Prüfsystem so kurz wie möglich sein. Daher ist es beim Aufbau unerlässlich auf bewährte Standardkomponenten zurück zu greifen, so genannte COTS – Components off the shelf.

Bei den aktuellen Testanforderungen an Elektromotoren sind für dessen Charakterisierung eine Vielzahl an Messgrößen notwendig, welche zueinander maximal synchron aufgezeichnet werden müssen. Mit technologischen Lösungen von Gantner Instruments und NCTE können diese Aufgaben ad hoc gelöst werden – das spart kostbare Zeit. Diese Zeit können Entwickler für die eigentliche Aufgabe nutzen: die Tests durchführen und die Daten auswerten.

HERAUSFORDERUNG

Bei der Drehmomentmessung an einem rotatorischen Objekt ist es wichtig, dass es zu keiner Störgrößeneinwirkung aufgrund des Messsensors selbst kommt. Es muss sichergestellt sein, dass die richtigen Größen gemessen und anschließend mit geeigneter Hardware erfasst werden. Auf den Messwert wirken dabei eine Summe von verschiedenen Fehlerquellen ein, die das eigentlich zu messende Signal beeinflussen. Hierzu zählen die Genauigkeiten des Sensors sowie der Messwerterfassung aber auch Schnittstellen, Verbindungsleitung und die äußeren Einflüsse. Sind die Einflussgrößen dabei unabhängig voneinander, kann man die Gaußsche Fehlerfortpflanzung, zur Bestimmung der wahrscheinlichen Messunsicherheit ΔG heranziehen. Diese besteht aus einer quadratischen Addition der unterschiedlichen Fehlerfaktoren.

$$\Delta_{\text{Fehler}} = \sqrt{\sum \text{Fehler}_{\text{Sensor}}^2 + \sum \text{Fehler}_{\text{Leitung}}^2 + \sum \text{Fehler}_{\text{Messumformer}}^2}$$

Bei der Planung und Durchführung eines Testsystems ist daher zuerst fest zu legen, was Sie messen möchten und in welcher Güte die Messwerte anschließend zu Verfügung stehen sollen. Nicht selten korrelieren die Anforderungen und die dadurch entstehenden Kosten nicht miteinander. Um diese Korrelation herzustellen, ist der Einsatz von COTS-Komponenten unausweichlich. Anhand des folgenden Aufbaus eines Motorprüfstands wird die Leistungsfähigkeit der Gantner Instruments Messtechnik in Verbindung mit dem Drehmoment- und Drehzahlsensor von NCTE aufgezeigt.

BEISPIEL – MOTORPRÜFSTAND

An einem Prüfplatz für Elektromotoren werden elektrische und mechanische Größen erfasst. Diese sind Spannung und Strom am DC Motor sowie Drehmoment und Drehzahl. Die Messdaten lassen sich bei Bedarf mit physikalischen Größen wie Temperatur, Vibration oder Dehnung jederzeit erweitern und hoch-synchron erfassen. Für die Messdatenerfassung sowie die Visualisierung des Prüfstandes wurde Hardware und Software von Gantner Instruments gewählt. Die entscheidenden Prozessgrößen Drehmoment und Drehzahl werden berührungslos erfasst, was den Eintrag von Störgrößen durch mechanische Teile – wie diese bei konventionellen Sensoren zum Einsatz kommen – verringert.

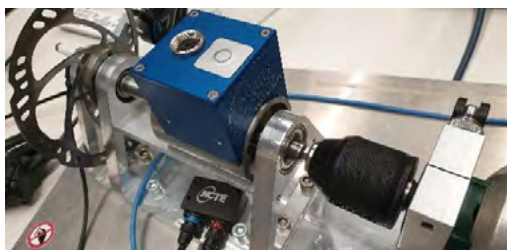


Abbildung 2: NCTE Sensor

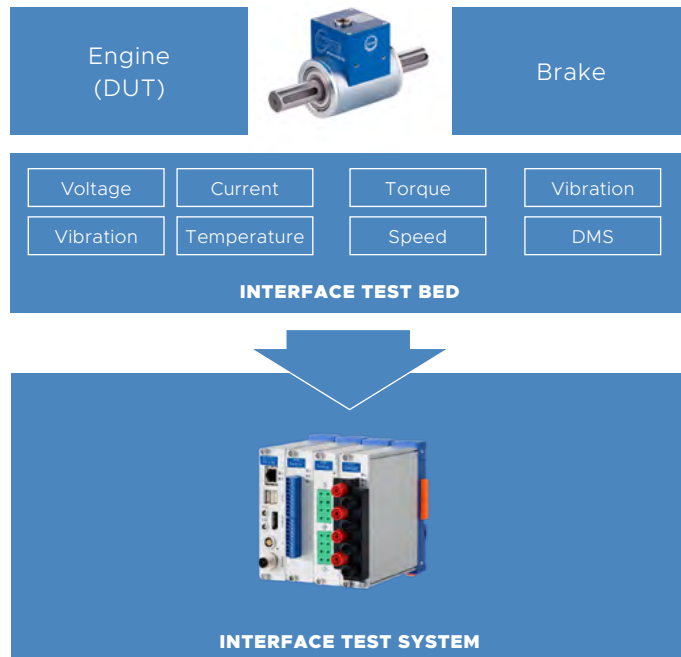


Abbildung 1: Schematischer Aufbau

Der Testaufbau besteht aus einem Elektromotor, welcher durch eine hydraulische Bremse belastet wird. Die Welle, die Motor und Bremse miteinander verbindet, ist mit dem NCTE-Sensor bestückt. Der berührungslose Sensor erfasst dabei die Änderung des Magnetfeldes und wandelt diese in ein messbares analoges Signal für Drehzahl und Drehmoment um.

Die Bremskraft wird über eine elektrohydraulisch Scheibenbremse mittels Dashboard von Gl.bench eingestellt. Bei einer Erhöhung der Bremskraft sinkt die Drehzahl. Als Reaktion darauf stellt sich ein höherer Motorstrom ein, der die Leistung des DC-Motors erhöht und die Ist-Drehzahl der Soll-Drehzahl wieder annähert.

Hierfür wird der im Controller integrierte PID-Regler verwendet. Für komplexe Steuer- und Regelaufgaben bietet sich der PID-Regler in Verbindung mit test.con an. Hierbei wird der Controller zu einem embedded Edge Device mit PAC-Funktionalität. Für einfachere Applikationen, wo ein Regler ohne weiterführende Steuerungs- und Regelungsaufgaben genügt, kann die PID-Funktion unter den virtuellen Variablen des Controllers gewählt werden. In diesem Prüfaufbau wurde ein solcher für die Drehzahlregelung verwendet.

Als Sollwert dient die Soll-Drehzahl und als Istwert die aktuelle Drehzahl. Als Stellgröße wird der Motorstrom verwendet, welcher bei einem höheren Bremsmoment einen entsprechend höheren Strom einstellt. Die Reglergeschwindigkeit läuft dabei mit dem Systemtakt des Controllers. Die maximale Reglergeschwindigkeit beträgt 10kHz. Die Bremskraft wird dabei elektrohydraulisch über eine einfache Scheibenbremse aufgebracht.

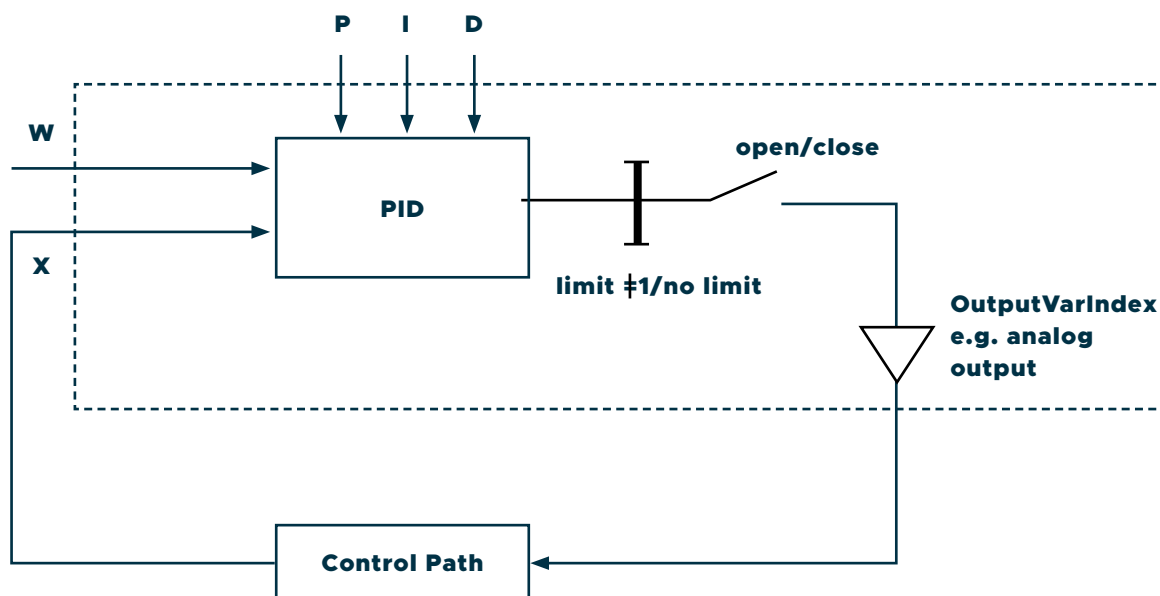


Abbildung 3: PID Regler auf der G.station

Die erfassten Signale können auf den Messmodulen skaliert und genullt werden. Außerdem lassen sich eine Vielzahl weiterer arithmetischer Funktionen mittels virtueller Variablen anlegen. So zum Beispiel, um aus den gemessenen Spannungs- und Stromwerten die Wirkleistung P zu berechnen.



Abbildung 4: Skalierung Sensor in Gi.bench

DIE TECHNOLOGIE HINTER DER BERÜHRUNGSFREIEN MESSUNG

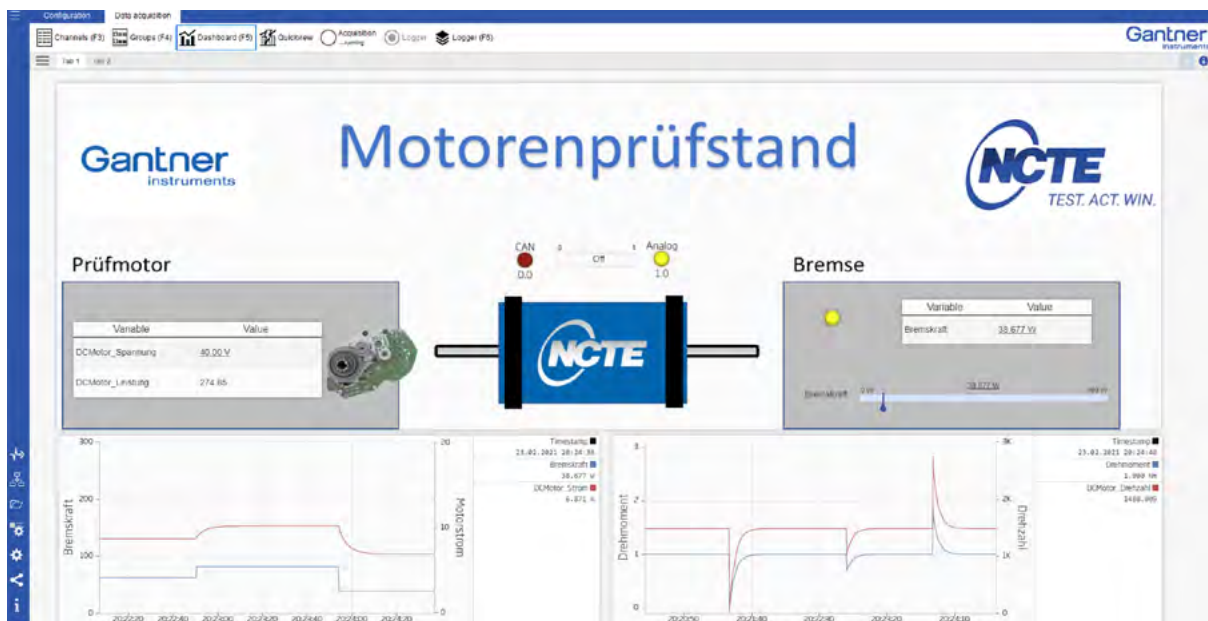


Abbildung 5: GIBench integriertes Dashboard für die Visualisierung

In einem von der NCTE patentierten Magnetisierungs-Verfahren wird die Welle, durch magnetische Codierung, selbst zum „Sender“ eines Sensors. Ein „Empfänger“ erfasst berührungsfrei die Magnetfeld-Änderungen und wertet diese in einem Abstand von wenigen Millimetern aus – selbst durch Schmutz oder Schmiermittel hindurch und bei höchsten Drehzahlen.

Das Messprinzip basiert auf dem Effekt der inversen Magnetostriktion. Dieser beruht darauf, dass sich das Magnetfeld eines Gegenstands durch einwirkende mechanische Kräfte ändert. Wird ein Gegenstand magnetisiert, führt dies zu einer Verzerrung des Kristallgitters und zu einer magnetostriktiven Deformation. Umgekehrt kann dieser Effekt genutzt werden, indem bei einem entsprechend magnetisierten Werkstoff die Änderung der Magnetisierung misst, die aufgrund einer mechanischen Belastung eintritt.

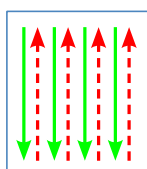
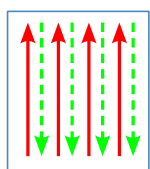
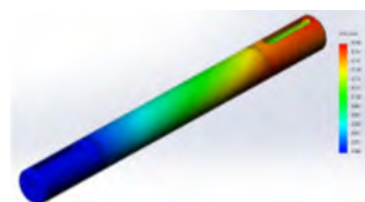
Abbildung 6 zeigt eine magnetisierte Welle mit schematischen Feldlinien. Wird eine externe Kraft auf die Welle aufgebracht (In der Abbildung gekennzeichnet durch die Farbänderungen) ändert sich die Richtung der zuvor eingebrachten Magnetisierung. Dieser Effekt wird als inverse Magnetostriktion bezeichnet und bildet die Grundlage des Messprinzips von NCTE.

Das Magnetfeld ist zirkular und findet nach Verformungen oder Erschütterung stets zurück in seine ursprüngliche Ausrichtung.

DIE TECHNOLOGIE HINTER DER BERÜHRUNGSFREIEN MESSUNG



Die Gitterstruktur verändert sich wie in der CAD Simulation unter Einwirkung einer Kraft



In gleicher Weise verändert sich das Magnetfeld

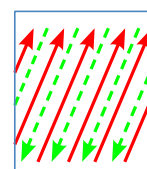
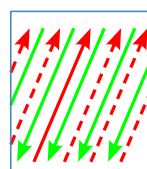


Abbildung 6: Funktionsprinzip Sensor

Die wesentlichen Merkmale der berührungslosen NCTE-Technologie:

- Die Messung erfolgt berührungsfrei ohne Kabel oder Verschleiß.
- Die patentierte magnetische Kodierung ist langzeitstabil.
- Die Magnetfeldmessung ist wartungsfrei.
- Messungen können auch bei Überlastfällen fortgeführt werden.
- Die Sensoren liefern präzise Messwerte selbst unter schwierigen Umgebungsbedingungen.

WELCHE GI PRODUKTE WURDEN VON NCTE VERWENDET?

Zur Erfassung der Messsignale wurden folgende Hardwarekomponenten verwendet:

Messgröße	Einheit	Bereich	Messmodul	Signalquelle
IN_Spannung	V (skaliert)	0-10V (0-40)	Q.bloxx XL A107	Spannungsteiler
IN_Strom	A (Skaliert)	0-1V (0-20)		Messshunt
IN_Drehzahl	U/min (skaliert)	0-10V (0-3000)		NCTE Serie 3000
IN_Drehmoment	Nm (Skaliert)	0-10V (0-2)		NCTE Serie 3000
IN_Temperatur	°C	-40 – 80	Q.bloxx XL A104	Typ K Thermo Element
OUT_Bremskraft	W	0-10V (0-400)	Q.bloxx XL A102	Motor
CALC_Leistung	W	0-640	Q.station XT	Controller

GI.BENCH – FÜR MODERNE UND ROBUSTE MESSAUFBAUTEN

Die Gi.bench-Softwareplattform kombiniert schnellere Testaufbauten, Projektkonfiguration und Handhabung, sowie die Visualisierung von Datenströmen in einer digitalen Werkbank. Damit können Sie Ihre Mess- und Prüfaufgaben im laufenden Betrieb konfigurieren, ausführen und analysieren. Greifen Sie überall auf Live- und historische Messdaten zu.

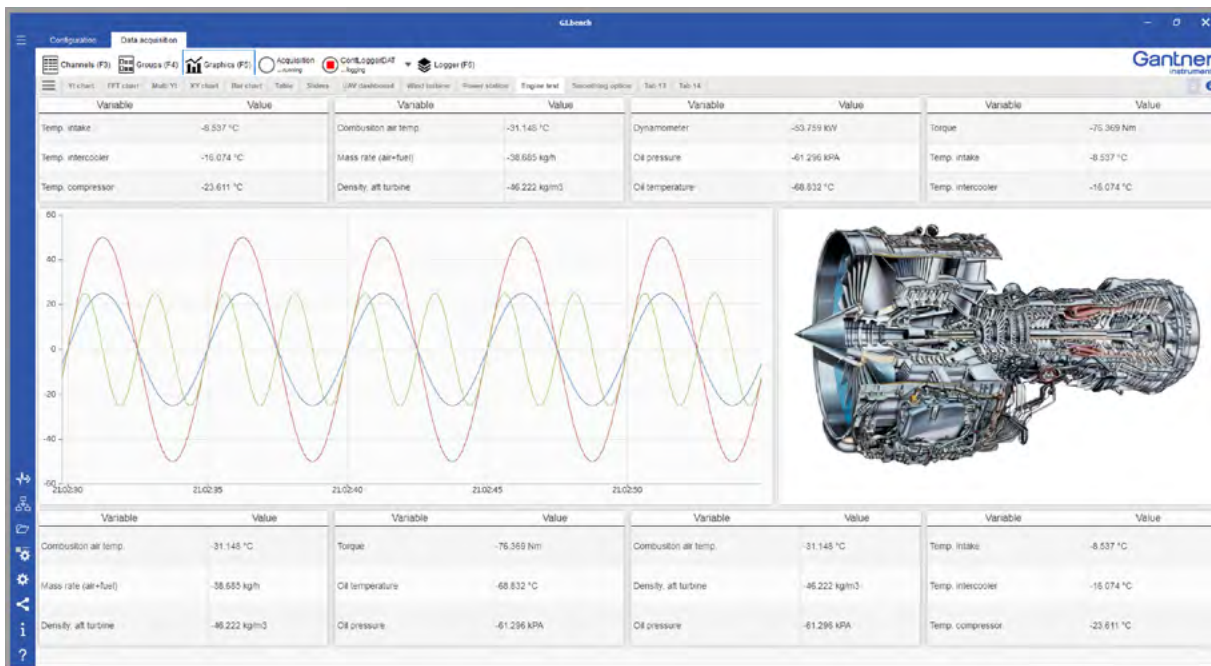


Abbildung 7: Exemplarische Darstellung Dashboard in Gi.bench

ÜBER NCTE

NCTE entwickelt seit 2003 berührungsfreie Messtechnik und hat sich von einem Start-up zu einem Technologie-Unternehmen mit Serienprodukten für namhafte Kunden gewandelt. Anwendung findet die magnetische Technologie bereits in einer Vielzahl von smarten Produkten – von E-Bikes über Motorsport und Agrarwirtschaft bis hin zu Industrieanwendungen und Motorprüfständen. Das Produkt-Portfolio bietet eine große Bandbreite an Serienmodellen, aber auch maßgeschneiderte Produkte für jede kundenindividuelle Lösung. Mit rund 40 Mitarbeitern produziert das Unternehmen am Standort Oberhaching bei München Spitzentechnologie Made in Germany und liefert sie in die ganze Welt.

<https://ncte.com>





KONTAKT

NCTE AG
Raiffeisenallee 3
DE-82041 Oberhaching
sales@ncte.de
T + 49 89 665 619-0

Gantner Instruments GmbH
Montafonerstraße 4
A-6780 Schruns
info@gantner-instruments.com
T +43 5556 77463-0