

# ToolScope

## Prozessüberwachung der nächsten Generation



*Visualisieren*  
*Überwachen*  
*Optimieren*  
*Dokumentieren*



WKS	Position	Restweg
X	10.510 mm	0.000
Y	-160.525 mm	0.000
Z	290.879 mm	0.000
A	0.000 grad	0.000
C	0.000 grad	0.000

### Wesentliche ToolScope-Eigenschaften:

- ✓ Speicheroszilloskop und Datenlogger für Werkzeugmaschinen mit automatischer Dokumentation
- ✓ Prozessüberwachung mit Toleranzbändern
- ✓ Prozessüberwachung mittels statistischer Prozesskontrolle
- ✓ Selbstlernende Toleranzgrenzen
- ✓ Besondere Überwachungsalgorithmen für kleine Losgrößenfertigung
- ✓ Verschleißüberwachung
- ✓ Prozessregelung und Optimierung der Bearbeitungszeit (auch Parallel zur Überwachung)
- ✓ Einfache Integration in die Steuerung
- ✓ Messen ohne Sensoren, aber Einbindung externer Sensoren möglich
- ✓ Bedienung über HMI, Netzwerk, Fernwartung
- ✓ Senkung von Ausschuss, Nacharbeit, Folgeschäden
- ✓ Höhere Produktivität, Prozesssicherheit und Maschinenverfügbarkeit

Brinkhaus GmbH

More than a solution

An der Universität 2  
30823 Garbsen

www.brinkhaus-gmbh.eu  
Tel.: 0511 / 762 - 18216

# ToolScope Speicheroszilloskop und Datenlogger für Werkzeugmaschinen

## Qualitätsnachweis des Fertigungsprozesses

- Speicherung von maschineninternen und externen Sensordaten
- Einfach realisierbarer Qualitätsnachweis durch automatisches Anlegen von Protokolle
- Vollständige Einsichtigkeit in den Prozess
- Untersuchung von Fehlern, die vor Monaten aufgetreten sind

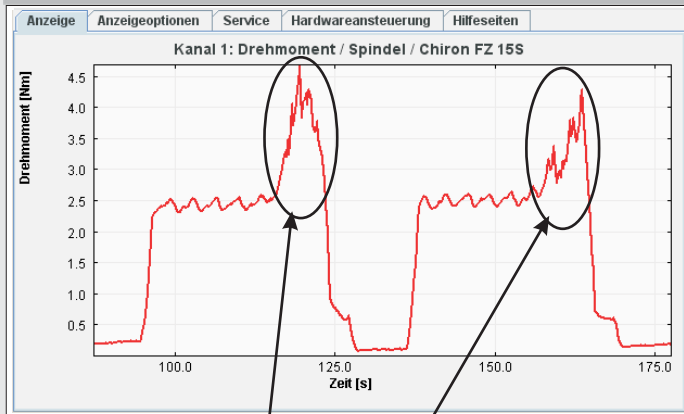


## Alleinstellungsmerkmal als Datenlogger

- Im Gegensatz zu Software-Lösungen:
  - + Keine Beeinträchtigung der Maschine
  - + Echtzeitfähige Datenakquise unter Einbeziehung analoger Sensoren
- Durch Freischaltung von Softwarelizenzen, um beliebige Überwachungsfunktionen erweiterbar
- Abheftfähige Prozessdokumentation
- Speicherkapazität 2-60 Monate, abhängig von Datenrate von Sensoren



## Speicheroszilloskop für Werkzeugmaschinen

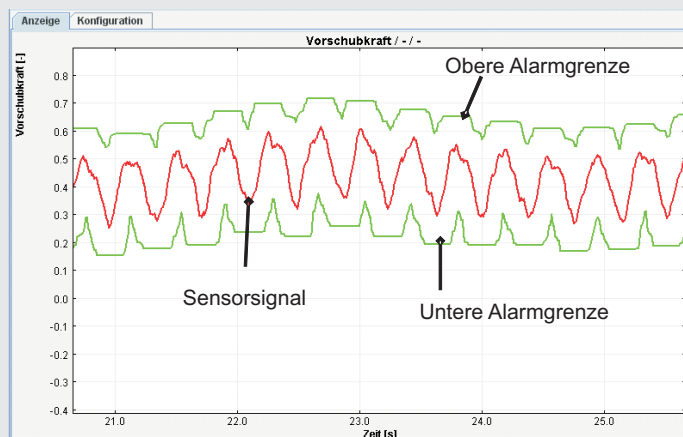


- Unregelmäßigkeiten werden sofort sichtbar

## Vorzüge des Datenloggers

- Der fehlerfreie Ablauf einzelner Prozessschritte kann anhand der Signalverläufe verifiziert werden. Fehler wie z.B. Spähneklemmer im Bohrloch (siehe links) können schnell identifiziert werden.
- Durch Analyse der Signalverläufe können Optimierungspotenziale im NC-Programm aufgedeckt werden.
- Schnelle Qualifizierung neuer Werkzeuge, z.B. optimale Schneidengeometrie.
- Abspeicherung der Prozessdaten in einem Excel lesbaren Format.

## Prozessabläufe einfach online visualisieren



## Große Einsatzbreite des Systems

- Neben den standard Bearbeitungsprozessen wie **drehen, fräsen, bohren, etc.** kann das System ebenso in vielen anderen Prozessen eingesetzt werden.
- z.B. Räumen (siehe Bild)
- Schleifen
- Stanzen



Quelle: Hoffmann Räumtechnik GmbH

### Prozessüberwachung

- Werkzeugbruchererkennung ohne Einstellen von Grenzen
- Erkennung fehlender Werkstücke
- Prozessregelung
- Überwachung auf Einhalten benutzerdefinierter Grenzwerte
- Überwachen von Kennwerten
- Verschleißüberwachung
- Condition Monitoring



### Quality Process Control (QPC)

- QPC ist ein Softwaremodul des ToolScopes mit welchem auf Basis von statistischer Prozesskontrolle (SPC) die Qualität des Prozessen online überprüft wird.
- Kernelement des Moduls sind statistische Verfahren, die ermitteln, wie vergleichbar ein Prozess mit diversen eingelernten Musterprozessen ist.
- Die Verfahren berücksichtigen die üblichen Fertigungsabweichungen eines Prozesses.
- Standard Bruchüberwachung auf Basis von Toleranzbändern ist automatisch mit enthalten.

### Fokus auf Qualitätssicherung

- Prüfung auf Vergleichbarkeit des aktuellen Prozesses zu zertifizierten Prozessen (QPC)
  - + Überwachung nach gängigen Luftfahrtnormen
  - + Durchführung einer SPC (z.B. 6-Sigma) parallel zum Bearbeitungsprozess
- Datenlogging (Fahrtenschreiber) parallel zur Überwachung
- Qualitätssicherung und Qualitätsnachweis auf **einem** Gerät

### Vorzüge der statistischen Prozesskontrolle

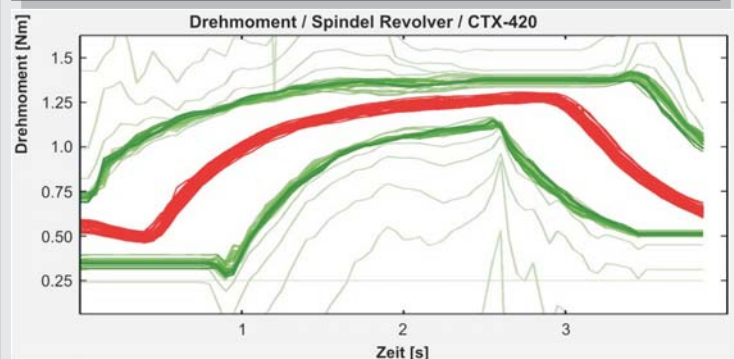
- Die SPC ist selbstlernend und muss nicht manuell eingestellt werden.
- Mit Hilfe der SPC können sehr enge Toleranzbänder realisiert werden, die sich dem Fertigungsprozess anpassen.
- Bereits geringe Fertigungsabweichungen oder Störungen im Prozessverlauf, weit vor einem Werkzeugbruch wie z.B. Lunker im Material, können detektiert werden.
- Die SPC kann parallel zur Prozessregelung eingesetzt werden.

### Überwachung mit gängigen Luftfahrtnormen

- z.B. GE-Norm P11TF12
- Automatisierte Anfertigung von Kalibrierprotokollen
- Automatische Konfiguration der Überwachung
- Erhebliche Zeitersparnis bei Prozessqualifizierung
- Aussagekräftige Anzeigen orientieren sich an Bedürfnissen des Certifying Agent



### Anlernen und Überwachen



- Nach wenigen Prozesszyklen hat die Lernfunktion des SPC-Moduls die optimalen Toleranzbänder gefunden

# Prozessüberwachung bei kleinen Losgrößen

## Modul Heuristik-Überwachung

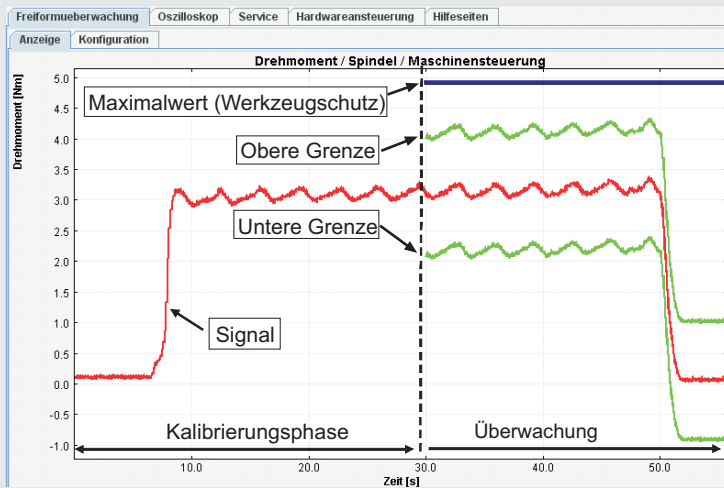
### Alleinstellungsmerkmal des Heuristik Moduls

- Detektion von Werkzeugbruch auch bei kleinen Losgrößen ohne anlernen.
- Die Heuristik-Überwachung ist für die Überwachung von Fertigungsprozessen bei kleinen Losgrößen konzipiert.
- Bei kleinen Losgrößen besteht nicht die Möglichkeit, mehrere Lernprozesse aufzunehmen. Besondere Algorithmen ermöglichen daher die Kalibrierung der Toleranzgrenzen aus den Merkmalen des Anschnittes (die ersten 15s eines Prozesses) zu bestimmen.
- Keine manuellen Einstellungen notwendig.

### Hintergrund zur Heuristik-Überwachung

- Die Heuristik-Überwachung ermittelt die notwendigen Kenngrößen für die Berechnung der Toleranzgrenzen nicht aus eingelernten Prozessen sondern ermittelt spezielle Kennwerte aus der Wechselwirkung von Werkzeug und Werkstoff.
- Mit den so ermittelten Merkmalen werden die Toleranzgrenzen in Abhängigkeit des Werkzeuges kalibriert.
- Zunehmender Verschleiß des Werkzeuges stellt kein Problem für die Kalibrierung dar.

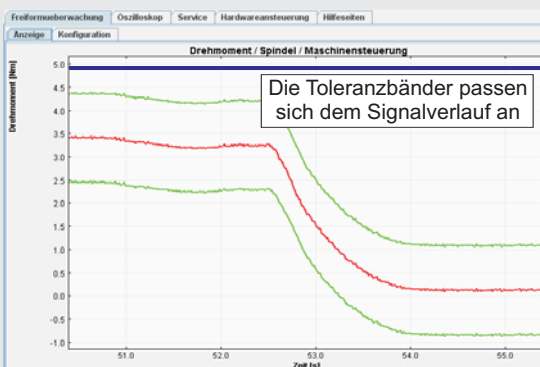
### Kalibrieren der Heuristik



### Kalibrieren der Heuristik-Überwachung

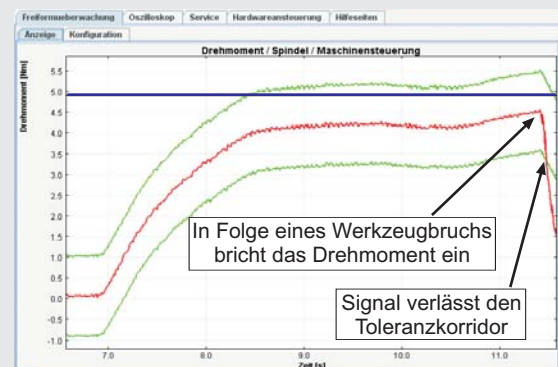
- Die Kalibrierung der Überwachung ist abhängig vom verwendeten Werkzeug und kann auf zwei Arten durchgeführt werden:
  - Vorabkalibrierung: Die Wechselwirkungen eines Werkzeuges mit einem bestimmten Material werden einmalig eingelernt.
  - Prozesskalibrierung: Die ersten 15-30s eines Prozesses dienen der Kalibrierung.

### Mitführen der Toleranzbänder im Prozess



- Auf Basis der Merkmale werden die Toleranzbänder mit dem Prozess mitgeführt.

### Kalibrieren der Heuristik-Überwachung



- Bei Werkzeugbrüchen werden die Toleranzgrenzen verletzt und es wird ein Fehlersignal ausgelöst.



# Prozessregelung zur Reduktion der Hauptzeiten

## Modul Prozessregelung

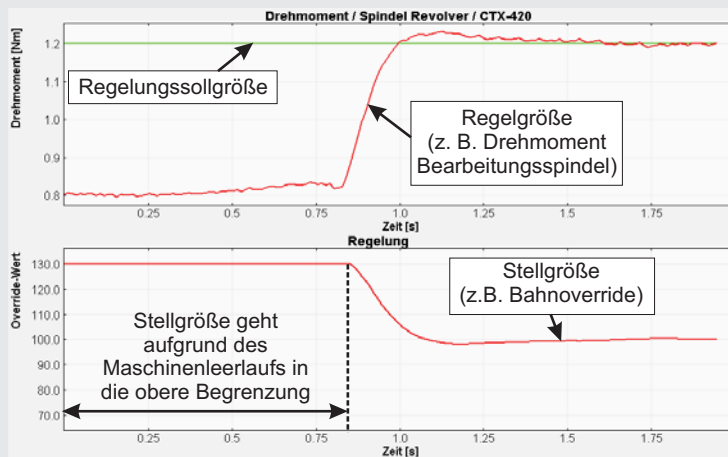
### Vorzüge der Regelung

- Die Regelung der Prozessgröße (z.B. Drehmoment) erfolgt durch Einstellung der Prozessgeschwindigkeit (Veränderung der Override-Geschwindigkeit).
- Regelung kann auf unterschiedliche Ereignisse spezialisiert werden unter anderem auch auf:
  - + Erkennen von Späneklebungen beim Bohren und Reduktion der Bohrgeschwindigkeit.
  - + Prozessbeschleunigung beim Erkennen von Luftschnitten.
- System kann über eine Teach-Funktion Regelparameter selbständig ermitteln.
- Manuelle festlegung für Spezialanwendungen möglich.

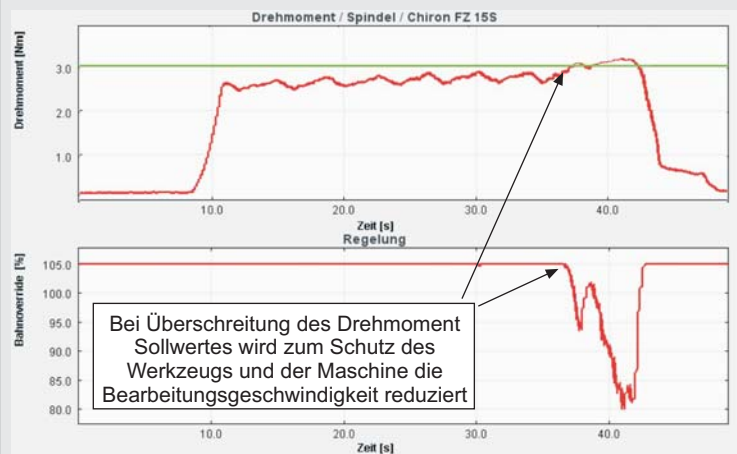
### Technische Hintergründe

- Ausgangsgröße des Reglers ist der Wert eines Overrides auf die Bahngeschwindigkeit in Prozent. Dieser Overridewert wird der Steuerung direkt übergeben.
- Stellgrößenbegrenzung parametrierbar (z.B. auf minimal 80%, maximal 120%).
- Alle Reglerparameter lassen sich in Abhängigkeit einer durch das NC-Programm übertragenen Prozessnummer einstellen. Die Regelung lässt sich durch M-Befehle ein- und ausschalten.

### Beschleunigung der Hauptzeit



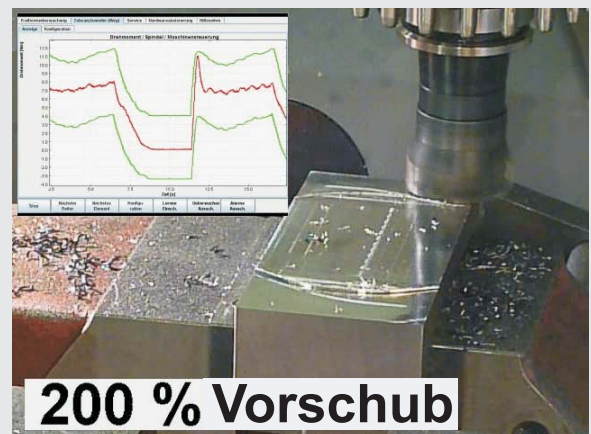
### Werkzeugschutz



### Signal Ein- und Ausgänge

- Dem Regler sind verschiedene parametrierbare Signalverarbeitungsmechanismen vor- und nachgeschaltet, welche seine Einsatzbreite in Werkzeugmaschinen erheblich erhöhen.
- Die Eingangsgröße des Reglers ist frei unter den Kanälen des ToolScope auswählbar.
- Die Einstellungen sowie der Verlauf von Regelgröße und Override-Wert wird kontinuierlich dokumentiert.

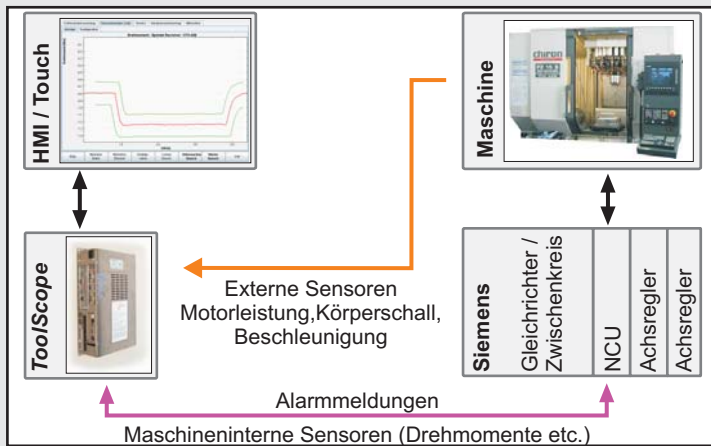
### Prozessregelung beim Fräsen



# Integration des Systems in die Werkzeugmaschine

## Technische Daten

### Systemaufbau



### Integration in die Steuerung

- Erfassen der internen Sensordaten über Profibus (Integration in den Compile-Zyklus)  
Externe Sensoren werden mittels A/D-Wandler eingelesen.
- Starten und Stoppen der Überwachung direkt aus dem NC-Programm.
- Übertragung von Benutzerinformationen (Nr. des Werkzeugs, des Programms, der Bearbeitung, der aktuellen NC-Zeile, etc.) an das Überwachungssystem.
- Komplette Bedienbarkeit des Systems über das HMI oder über eine VNC-Verbindung.
- Auslesen der Datensätze über USB, Netzwerk.

### Sensoren und Datenraten

- "Messen ohne Sensor"
- Auslesen maschineninterner Sensoren digital, direkt aus der Steuerung (mit ca. 100Hz)
  - + Drehmoment
  - + Vorschubgeschwindigkeit
  - + Motorstrom
  - + Werkstücknummer, Werkzeugnummer, etc
- Externe Sensoren: Aufzeichnung beliebiger analoger Signale von -10V bis 10V (bis 10kHz)
  - + Körperschall, Beschleunigung, etc
  - + Sensordaten analog gesteuerter Antriebe

### Offenheit für Anwenderprojekte

- Weitergabe echtzeitfähig erfasster Messdaten an Anwenderapplikationen.
- Weitergabe von Befehlen aus Anwenderapplikationen an die Werkzeugmaschine.
- Datenzugriff über LabVIEW, Matlab, C++, Java, C#, u.a. möglich.
- Für Entwicklungs- und Evaluationszwecke auch unter Windows XP arbeitsfähig.
- Office-tauglicher Datenexport.
- Unser Service: Entwurf, Implementierung und Feldtest beliebiger Überwachungs- und Regelungsstrategien nach Kundenwunsch.

### Support und Updates

- Die Installation und Inbetriebnahme dauert ca. 1-2 Tage und wird von einem unserer Techniker durchgeführt.
- Service und Unterstützung der Maschinenbediener ist uns sehr wichtig. Per Telefon, Fernverbindung oder vor Ort helfen wir z.B. bei der Bedienung oder der Einstellung neuer Überwachungsstrategien
- Das System wird ständig weiterentwickelt, so dass Sie auch in Zukunft von neuen Überwachungsstrategien, Einstellmöglichkeiten und anderen Neuerungen profitieren können.

### Mitarbeiterschulung

- Eine Mitarbeiterschulung wird nach der Installation durchgeführt.
- Während dieser Basisschulung werden folgende Inhalte vermittelt:
  - + Allgemeine Bedienung des Systems
  - + Verwendung des Datenloggers
  - + Einrichten von Überwachungsaufgaben
  - + Nutzen der Prozessregelung
- Eine umfangreiche Mitarbeiterschulung wird nach Bedarf durchgeführt.