

**Herkules: Steuerungs-Know-how für  
Walzenschleifmaschinen in Software gepackt**

## TwinCAT sorgt für den richtigen Schliff

Die Maschinenfabrik Herkules in Siegen, Deutschland, entwickelt und fertigt seit fast 100 Jahren Walzenschleifmaschinen und gilt weltweit als Marktführer in diesem für die Stahlindustrie wichtigen Zuliefersegment. Seit ca. 2000 setzt Herkules auf Beckhoff-Steuerungstechnik und -Automatisierungskomponenten, die von der Konzerntochter HCC KPM Electronics für die verschiedenen Maschinen- und Anlagentypen programmiert und implementiert werden.



**Schleif-Support:** Durch die extreme Beanspruchung der Walzen beim Walzprozess sind die Anforderungen an eine Walzenschleifmaschine in puncto Schleifgenauigkeit und auch Verfügbarkeit außerordentlich hoch und gehören zu den anspruchsvollsten Aufgaben in der Stahl- und Hüttenindustrie.

Ein besonders anspruchsvolles Projekt realisierte Herkules im vergangenen Jahr mit der Lieferung einer kompletten Walzenwerkstatt für das chinesische Stahlunternehmen Wuhan Iron and Steel (Group) Corporation (WISCO). Die Walzenwerkstatt, auch Rollshop genannt, besteht aus insgesamt vier Walzenschleifmaschinen, zwei Halbportalkranen zum Be-/Entladen der Walzenschleifmaschinen (Loader) sowie dem Rollshop-Management-System (RSMS). In dem Walzwerk werden bereits vorgewalzte Bleche auf die endgültige Dicke und Qualität gewalzt. Das Endprodukt ist Silikon- bzw. Transformatorenstahl, wie er z. B. für die Herstellung von Transformatoren und Motoren benutzt wird.

Der Rollshop stellt innerhalb eines Walzwerkes den Grundpfeiler für die Qualität der zu walzenden Bleche dar, da diese entscheidend von der Güte und Oberflächenstruktur der Walzen abhängt. Durch die extreme Beanspruchung der Walzen beim Walzprozess, sind die Anforderungen an eine Walzenschleifmaschine in puncto Schleifgenauigkeit und auch Verfügbarkeit außerordentlich hoch und gehören zu den anspruchsvollsten Aufgaben in der Stahl- und Hüttenindustrie. Der Rollshop muss einen Arbeitsdurchsatz von ca. 70 Arbeits- und Stützwalzen pro Tag im 3-Schicht-Betrieb, bei 97%iger Verfügbarkeit, gewährleisten.

### Präzision gefragt

Eine Walzenschleifmaschine hat auf den ersten Blick wenig mit einem Präzisionswerkzeug gemeinsam. Das liegt zum einen an ihren Dimensionen – die zu bearbeitenden Walzen können bis 400 t Eigengewicht und bis zu 10 m Länge haben – und zum anderen an der Umgebung der Walzwerke, wo tausende Tonnen Stahl bewegt und verarbeitet werden. Auf den zweiten Blick erkennt man allerdings den hochpräzisen Charakter einer solchen Maschine: Neben diversen Messachsen verfügt eine Schleifmaschine über mindestens vier Bearbeitungsachsen, die über Servoantriebe realisiert werden:

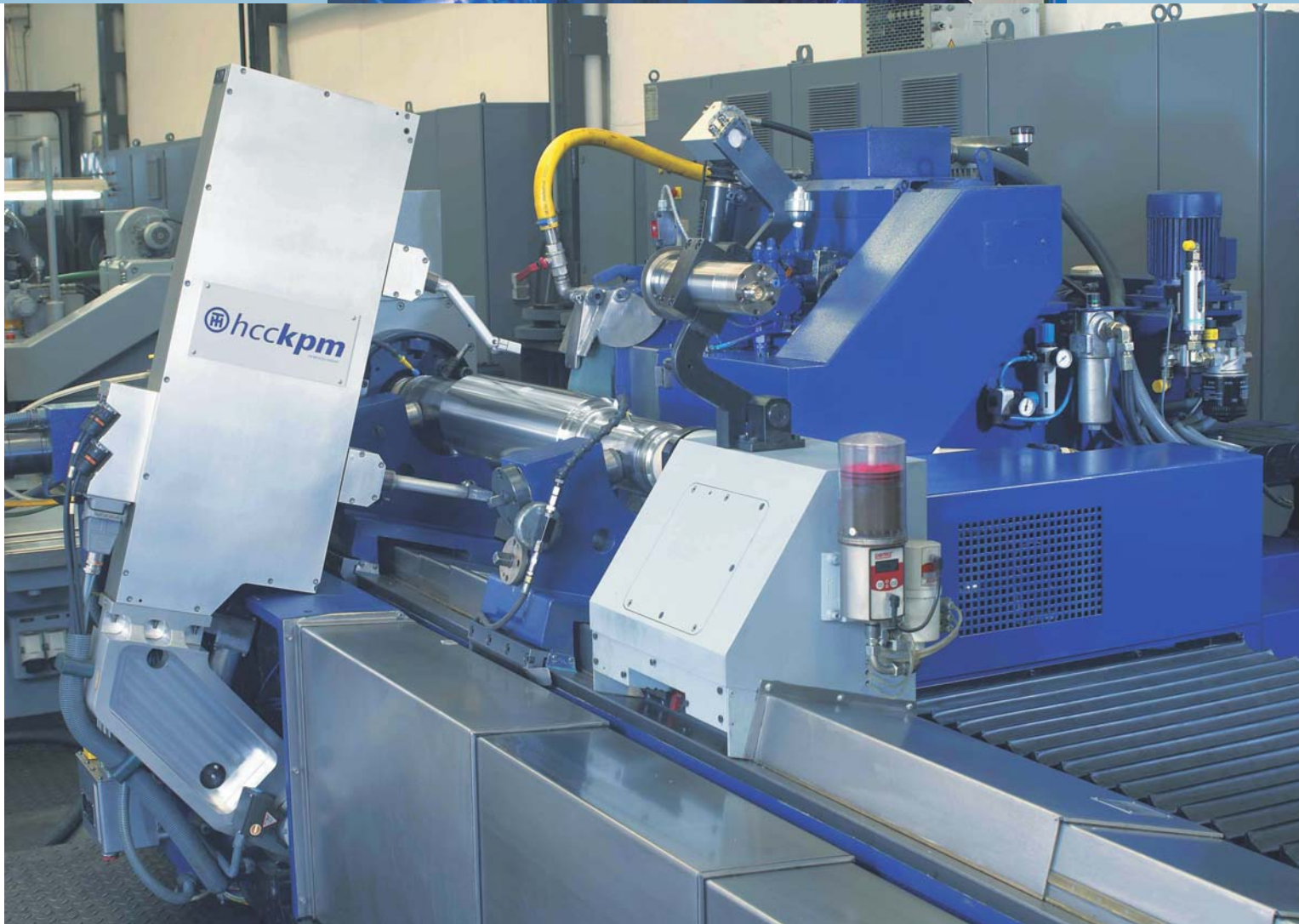
- | W-Achse: Spindelstock, der die in Lünetten zentrisch eingespannte Walze dreht
- | X-Achse: Zustellung der Schleifscheibe vertikal zur Walze
- | Z-Achse: Verfahren der Schleifscheibe parallel zur Walze
- | C-Achse: Mikrozustellung der Schleifscheibe über eine Kippachse

Die zu schleifende Walze wird im Spindelstock eingespannt und angetrieben. Ein hochgenaues, inkrementelles Messgerät mit zwei taktilen Messtastern fährt die sich drehende Walze ab und ermittelt die aktuelle Form und den Durchmesser sowie evtl. Beschädigungen auf der Walzenoberfläche. Entsprechend dem gewünschten Ergebnis stellt der Bediener die Parameter für Walzenform, Enddurchmesser, Oberflächengüte- und -struktur oder Abschleiff ein. Aus diesen Parametern

HCC KPM Mess- und Inspektionssystem "on the fly". Das hochgenaue, inkrementelle Messgerät mit zwei taktilen Messtastern fährt die sich drehende Walze ab und ermittelt die aktuelle Form und den Durchmesser sowie evtl. Beschädigungen auf der Walzenoberfläche.



worldwide | germany



Herkules Walzenschleifmaschine  
vom Typ WS 450 L Monolith™

berechnet die Steuerung den Schleifprozess. Gleichzeitig erfolgt eine kontinuierliche Messung, um das Ergebnis des Schleifvorgangs aufzunehmen und daraus die Sollwerte für den nächsten Durchgang zu ermitteln bzw. zu korrigieren.

Bestimmte Fertigungsverfahren in der Stahl- und Papierindustrie verlangen nach einer genau definierten Form der Walze. Diese kann konisch oder ballig sein oder – über die Längsachse gesehen – eine Sinus- oder Flaschenhalsform (CVC) aufweisen. Mit dem bloßen Auge sind diese Formvarianten nicht erkennbar, da sie im

Millimeterbereich liegen. So stellt z. B. die Automobilindustrie bestimmte Anforderungen an die Oberflächenstruktur der Bleche, um der lackierten Karosserie Glanz- und Reflektionseigenschaften zu verleihen, die durch reine Lackierung nicht zu erzielen wären. Die notwendige Schleifgenauigkeit geht hinunter bis auf 1/1000 mm im Rundlauf, ebenso in der Formgenauigkeit.

Um dieser komplexen Aufgabenstellungen gerecht zu werden, hat HCC KPM Electronics, auf der Basis der Software-SPC und Motion-Control-Lösung TwinCAT PTP und NC I/CNC, ein Steuerungssystem geschaffen, das mit wenigen Anpassungen für alle Maschinenarten anwendbar ist.

### Control Panel in kundenspezifischem Design

Die Eingaben an der Maschine erfolgen über ein Control Panel, das in Zusammenarbeit mit Herkules, auf dessen spezielle Anforderungen hin, designed und konzipiert wurde. Alle im Panel integrierten Hardware-Be-dienelemente sind über den Lightbus mit dem Steuerungs-PC verbunden. Dieses kompakte und hochintegrierte Bedienkonzept ermöglicht sowohl die stationäre Maschinenführung als auch die Realisierung eines auf dem Support mitfahrenden Leitstandes. Auf dem Panel visualisiert sich die HCC GUI, das Grafical User Interface, mit dem der Bediener die komplexe Maschine einstellt und fährt. Er erhält über das GUI alle Informationen zur Walze und zum aktuellen Schleifstatus. Die Anbindung von TwinCAT an das mehrsprachige GUI erfolgt über ADS-DLL, das universelle Kommunikationsschnittstelle von Beckhoff.



Herkules Walzenschleifmaschine vom Typ WS 600.

Die zu bearbeitenden Walzen können bis 400 t Eigengewicht und bis zu 10 m Länge haben.



Die Eingaben an der Maschine erfolgen über ein Control Panel in kundenspezifischem Design, das in Zusammenarbeit mit Herkules, auf dessen spezielle Anforderungen hin, konzipiert wurde.

### Synergie aus kundenseitigem Know-how und intelligentem Steuerungskonzept

Um die Vorteile eines zentralen Steuerungskonzeptes, in Hinblick auf Inbetriebnahme, Wartung und Performance, zu nutzen, waren die Elektrokonstrukteure von Herkules bestrebt, möglichst viele Funktionen in Software ablaufen zu lassen und entschieden sich für TwinCAT. Die offene Softwarestruktur und die komplexen Möglichkeiten zur Steuerung von Achsbewegungen, die TwinCAT bietet, ermöglichten es Herkules, das in vielen Jahren des eigenen Steuerungsbaus gesammelte Know-how in die Software-SPS zu integrieren und damit die „HCC/KPM 10“-Walzenschleifmaschinensteuerung zu kreieren.

Genutzt werden nahezu alle Funktionalitäten, die TwinCAT bietet:

- | 3 SPS-Tasks in einem Laufzeitsystem mit 1 bzw. 10 ms Intervallzeit
- | 1 NC-Task mit bis zu 10 Achsen mit 2 ms Intervallzeit
- | fast alle Programmiersprachen (AWL, FUP, ST, AS) in den SPS-Projekten
- | Verwendung von PTP-Achsfunktionen und komplexen Multitabellen-Kopplungen für die Schleifvorgänge, mit Korrekturwerten aus Schleifstrom, Schleifscheibenabnutzung und gemessenen Abweichungen der Sollform von der Istform der Walze
- | Kommunikation zur eigenen, auf Visual Basic basierenden Visualisierung und Bedienerführung durch die Kommunikationsschnittstelle ADS-DLL
- | TwinCAT NC I für interpolierende Funktionen, z. B. um konzentrische Rillen und Nuten in die Walzenoberfläche zu fräsen

Als Feldbus innerhalb der Maschine kommt der Lightbus zur Einbindung der dezentralen Beckhoff Busklemmen zum Einsatz. Für die Kommunikation mit den Servoantrieben wird schwerpunktmäßig das Ethernet-basierte Bussystem

EtherCAT verwendet. Der Vorteil von EtherCAT liegt zum einen in der Echtzeitfähigkeit und dem hohen Datendurchsatz – mit Buszykluszeiten von unter 1 ms – und zum anderen in der einfachen Handhabung unter TwinCAT. Im Steuerungs-PC ist lediglich ein freier Netzwerkport notwendig. Die Servoantriebe werden über Standard-Netzwerkkabel angeschlossen

### Software regelt Transportaufträge

Das Großprojekt WISCO wartet nicht nur mit vier Walzenschleifmaschinen auf, sondern umfasst auch zwei automatische Halbportalkrane zum Be- und Entladen der Walzenschleifmaschinen (Loader). Die Verwaltung der Schleifaufträge und der Walzen übernimmt das Rollshop-Management-System RSMS – ein weiteres Stück Kernkompetenz der Herkules-Group. Die Software plant den Fertigungsablauf und erteilt die Transportaufträge an die Loader bzw. die Bearbeitungsaufträge an die Schleifmaschinen. Die Loader transportieren die zu bearbeitenden Walzen zu den Schleifmaschinen und die fertigen Walzen zurück auf die Speicherplätze. Für den Transport und die exakte Positionierung der Walzen in die Aufnahme der Schleifmaschinen sorgt TwinCAT NC I auf dem Steuerungs-PC des Loaders. Der Transport der Walzen in bzw. aus der Automatikzone erfolgt mit dem Hallenkran.

### TwinSAFE garantiert personelle Sicherheit

Die Automatikzone, in der die Schleifmaschinen sowie die Loader arbeiten, ist in verschiedene Sicherheitsbereiche unterteilt. Sicherheitstüren mit Zuhaltung verhindern den Aufenthalt von Personen im Gefahrenbereich. Die komplette sicherheitstechnische Signalaufbereitung und Steuerung wird über das Beckhoff TwinSAFE-System realisiert.

### Erfasst werden die Zustände von:

- | 9 Sicherheitstüren
- | 6 Lichtschranken
- | 14 Not-Aus-Tastern
- | 2 Laserscannern (Kollisionsschutz der Loader untereinander)
- | 8 Laserscannern über sicheren Funk (Kollisionsschutz der Loader mit den Hallenkränen)
- | Sicherheitsrelais der Antriebe (sichere Aus-Antriebe)
- | 12 Schlüsselschaltern (Überbrückungsmöglichkeiten, Anwahl von Betriebsarten)

### Der Rollshop für die Wuhan Iron and Steel Group setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- | 3 Walzenschleifmaschinen vom Typ „WS 450-6 x 5000 CNC Monolith™“ zum Schleifen von Arbeits- und Zwischenwalzen
- | 1 Walzenschleifmaschine vom Typ „WS 600 x 5000 CNC Monolith™“ zum Schleifen von Arbeits-, Zwischen- und Stützwalzen
- | 2 automatische Halbportalkrane (Loader) zum Transport der Walzen von bzw. zu den Maschinen
- | 1 Rollshop-Management-System (RSMS) zur Verwaltung der Walzen- und Lagerdaten sowie zur Steuerung des Fertigungsablaufs

### Eingesetzte Beckhoff-Komponenten:

- | 8 Schaltschrank-Industrie-PCs C5102-0010
- | 4 Control Panel CP7832-1050
- | 24 Lightbus-Buskoppler BK2000/BK2020
- | 12 EtherCAT-Buskoppler BK1120
- | ca 1.100 Busklemmen
- | eingesetzte Bussysteme:
  - Lightbus
  - PROFIBUS
  - EtherCAT
  - Real-Time-Ethernet

Herkules Walzenschleifmaschine  
WS 450 Monolith™ zum Schleifen  
von Arbeits- und Zwischenwalzen



### Weitere Funktionalitäten

- | Freigabe der 9 Sicherheitstüren
- | Erfassen und Überwachen der Position der Loader (bezogen auf Sicherheitszonen)
- | Erstellen der Not-Aus-Verknüpfung mit den (4) Schleifmaschinen (abhängig von der Position der Loader)
- | Ansteuerung der Sicherheitsrelais der Antriebe

Die TwinSAFE-Sicherheitstechnik umfasst die Abfrage der Not-Aus-Taster und der Not-Aus-Anforderung der Maschinen und leitet diese zu den Beladeeinrichtungen weiter. Außerdem werden die Zustände der Sicherheitszonen überwacht und – in Abhängigkeit hierzu – wird entschieden, ob die Beladeeinrichtung in die Zone einfahren darf. Die Freigabe der Sicherheitstüren über TwinSAFE-Ausgänge hängt von den Positionen und Betriebsarten der Loader ab. Optional können die Betriebsarten auch über Schlüsselschalter angewählt werden: In MANUELL wird eine sichere Funkfernbedienung mit einem weiteren Not-Aus zugeschaltet.

Auch der Zustand der Antriebe wird mit TwinSAFE überwacht. Die zusammengeführten Not-Aus-Signale an Loadern führen über die sicheren Busklemmenausgänge zum Stillstand der Antriebe. Sowohl die Signale der Kollisionsüberwachung der Loader untereinander als auch zwischen den Loadern und den Hallenkränen

führen zu einem Not-Aus. Zur Realisierung dieser Sicherheitsfunktionen wurden insgesamt 19 TwinSAFE-Logic-Busklemmen KL6904 und 51 sichere Eingangsklemmen KL1904 in einem logischen Sicherheitsnetzwerk zusammengefasst. Alle Sicherheitsfunktionen sind 2-kanalig ausgeführt.

Die TwinSAFE-Signale werden innerhalb der Schleifmaschinen über Lightbus eingebunden, die einzelnen Logic-Klemmen kommunizieren über Realtime-Ethernet per Netzwerkvariable miteinander. Insgesamt ergeben sich pro Maschinensteuerung durchschnittlich sechs Kommunikationsverbindungen zur I/O-Ebene, zum Servoumrichter, zur Zentralsteuerung, zum RSMS und zum Loader. In diesem Konzept wirkt der PROFIBUS, über den ein Ultraschall-Rissprüfsystem eingebunden ist, wie ein Exot.

„Darin zeigt sich sehr eindrucksvoll der Ausnahmeharakter der TwinCAT-Steuerung, dass sie sowohl die PLC- und NC-Funktionalität in Echtzeit als auch die Kommunikationsvielfalt fehlerfrei und reproduzierbar handelt“, stellt HCC-Softwareingenieur Oliver Kettner, der diese Anlage verantwortlich in Betrieb genommen hat, fest.

Das hier vorgestellte Steuerungs- und Automatisierungskonzept wurde mit auftragsbezogenen Abwandlungen bisher in ca. 250 Maschinen eingesetzt.

—> Herkules [www.herkules-group.de](http://www.herkules-group.de)