



Klartext

Das Magazin rund um die HEIDENHAIN-Steuerungen

Ausgabe 47 + 9/2007

Genauigkeit
ab dem
ersten Teil



4

6

12

18

Neue innovative
Funktionen für die
iTNC 530

TNC 620,
die neue
Bahnsteuerung von
HEIDENHAIN

MANUALplus 620,
die Bahnsteuerung für
Zyklus- und
CNC-Drehmaschinen

Editorial

Lieber Klartext-Leser,

unter dem Motto „HEIDENHAIN setzt ein Zeichen für Präzision“ steht diesmal der Messeauftritt zur EMO. Anhand von Vorführereinheiten und Präsentationen werden die Vorteile von Werkzeugmaschinen aufgezeigt, die mit Längenmessgeräten ausgerüstet sind.

Ergänzend dazu sind echte Werkstücke zu sehen, mit denen die Unterschiede der Bearbeitung auf Maschinen mit bzw. ohne Längenmessgeräte deutlich erkennbar und fühlbar sind.

Natürlich werden aber auch wieder zahlreiche Produktinnovationen zu sehen sein. So verbindet HEIDENHAIN zukünftig die Steuerungskomponenten rein digital mit dem neuen Echtzeit-Ethernet Bus HSCI. Das Gesamtsystem ist dadurch durchgehend diagnosefähig und wird höher verfügbar. Die neue TNC 620, die für das mittlere Leistungssegment konzipiert ist und die langjährig bewährte Steuerung iTNC 530, die das obere Leistungsspektrum abdeckt, werden mit HSCI und EnDat 2.2 zu sehen sein.

Neu ist auch die MANUALplus 620, eine Steuerung, die sowohl für Zyklen als auch für CNC-Drehmaschinen konzipiert ist. Die Drehmaschinen-Steuerung CNC PILOT 4290 mit B-Achse ermöglicht Bohr- und Fräsbearbeitungen auf schräg im Raum liegenden Ebenen.

Mit dem TS 740 präsentiert HEIDENHAIN ein hochgenaues Infrarot-Tastsystem für sehr anspruchsvolle 3D-Messaufgaben. Mit dem TS 444 ist erstmals auch ein batterieloses Infrarot-Tastsystem verfügbar.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen Ihre Redaktion

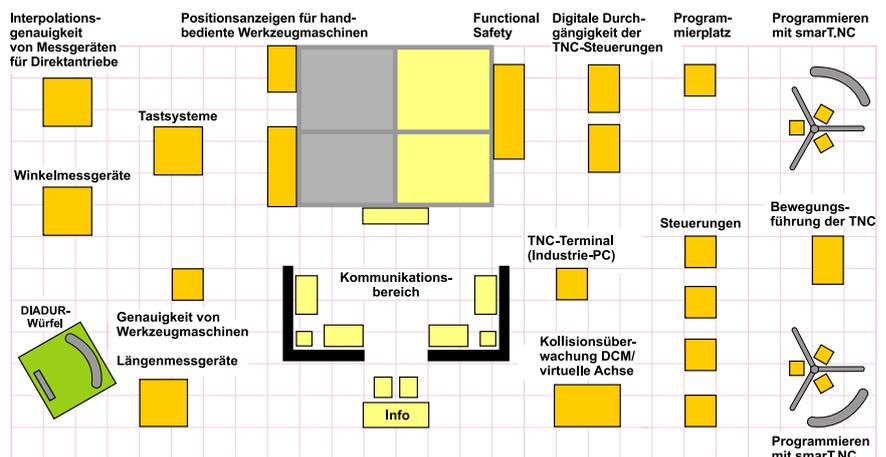


Längenmessgeräte verbessern die Bearbeitungsgenauigkeit

Seite 4

Besuchen Sie uns auf der EMO 2007

Hannover
17.- 22.09 2007
Halle 25
Stand E18





Die neue TNC 620 erweitert die HEIDENHAIN-Produktpalette um eine kompakte Steuerung mit digitaler Antriebsregelung.

Seite 12

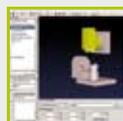


HEIDENHAIN präsentiert mit der MANUALplus 620 eine neue Steuerung, die sowohl für Zyklen- als auch CNC-Drehmaschinen konzipiert ist.

Seite 18



Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit: Genauigkeit ab dem ersten Teil 4



Neue innovative Funktionen für die iTNC 530
- Neue Funktionen beim Klartext-Dialog
- Neue Funktionen von smarT.NC 6

200.000ste NC-Steuerung von HEIDENHAIN 11



TNC 620 – die neue Bahnsteuerung von HEIDENHAIN 12

Durchgängig digital – neues Hardware-Konzept für HEIDENHAIN-Steuerungen 14

Sicherheitsbezogene Steuerungstechnik für Werkzeugmaschinen 15



Innovation bei den Infrarot-Tastsystemen 16



MANUALplus 620, die Bahnsteuerung für Zyklen- und CNC-Drehmaschinen 18

CNC PILOT 4290 mit B-Achse 20



e-learning für CNC-Fachkräfte und für die berufliche Ausbildung 22

Das TTC Varelerhafen 23

Impressum

Redaktion

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Postfach 1260
83292 Traunreut, Deutschland
Tel: (0 86 69) 31- 0
HEIDENHAIN im Internet:
www.heidenhain.de

Verantwortlich

Frank Muthmann
Fax: (0 86 69) 31-18 88
E-Mail: info@heidenhain.de

Klartext in Internet
www.heidenhain.de

Layout und Satz

Expert Communication GmbH
Richard-Reitzner-Allee 1
85540 Haar, Deutschland
Tel: (0 89) 66 63 75 0
E-Mail: info@expert-communication.de
www.expert-communication.de

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit: Genauigkeit ab dem ersten Teil

**Kleine Fertigungslose
und Einzelwerkstücke**

Der größte Anteil der thermisch bedingten Ungenauigkeit von Werkzeugmaschinen entsteht in der Regel in den Vorschubantrieben. Hohe Geschwindigkeiten und Beschleunigungen führen zur Erwärmung der Kugelgewindetriebe und lassen diese wachsen. Ohne geeignete Positionsmesstechnik kann dies innerhalb weniger Minuten zu Positionierfehlern von bis zu 100 µm führen. Werkstücke mit engen Toleranzen lassen sich aber nur auf Werkzeugmaschinen herstellen, die trotz sehr unterschiedlicher Bearbeitungen thermisch stabil bleiben.

Positionserfassung der Vorschubantriebe

Die Position einer linearen NC-Achse lässt sich grundsätzlich über die Steigung der Vorschubspindel in Verbindung mit einem Drehgeber oder über ein Längenmessgerät erfassen.

Im Fall Vorschubspindel/Drehgeber hat der Kugelgewindetrieb eine Doppelfunktion: Als Antriebssystem muss er hohe Kräfte übertragen, für die Positionsbestimmung aber sind eine hohe Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Spindelsteigung notwendig.

Die Regelschleife zur Positionsermittlung umfasst jedoch lediglich den Drehgeber, der Signale zur Umdrehungszahl und zur Unterteilung der einzelnen Umdrehung der Vorschubspindel ausgibt. Verschleiß- und temperaturbedingte Veränderungen in der Antriebsmechanik gehen in diesem Fall nicht in die

Erwärmung eines Kugelgewindetriebs beim Abzelen mit 10 m/min. Links der Tisch, rechts der Antriebsmotor. Die Thermografieaufnahme zeigt Temperaturen von 25 °C (dunkelblau) bis 40 °C (gelb)

Positionsermittlung ein. Positionsfehler der Antriebe werden unausweichlich und können die Werkstückqualität erheblich beeinflussen.

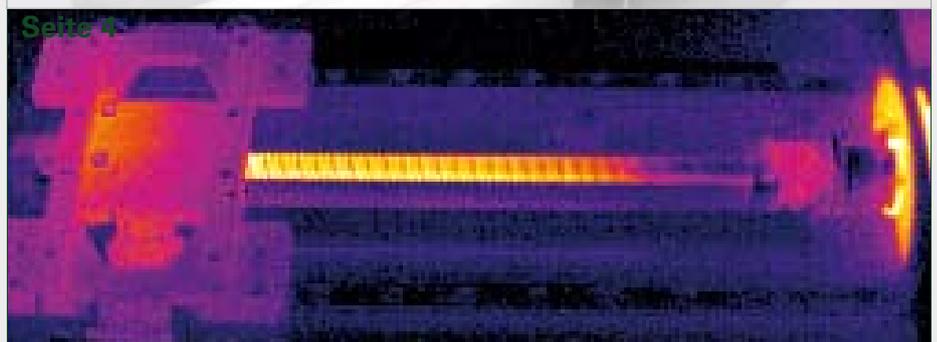
Wird ein Längenmessgerät zur Erfassung der Schlittenposition verwendet, so umfasst die Positionsregelschleife die komplette Vorschubmechanik. Spiel und Ungenauigkeiten in den Übertragungselementen der Maschine haben in diesem Fall keinen Einfluss auf die Genauigkeit der Positionserfassung. Die Genauigkeit der Messung hängt praktisch nur von der Präzision und dem Einbauort des Längenmessgerätes ab.

Bearbeitungsbeispiel Integralbauteil

Typische Integralbauteile werden auf leistungsstarken HSC-Werkzeugmaschinen mit hohen Vorschüben und Schnittgeschwindigkeiten bearbeitet. Unterschiedliche Vorschübe beim Schrappen und Schlichten führen zu ständig wechselnden Wärmedehnungen der Kugelgewindetriebe. Werden die Vorschubantriebe ohne Längenmessgeräte betrieben, so unterscheiden sich die Bauteiltoleranzen bei kleinen Losgrößen und kurzen Durchlaufzeiten mit jedem gefertigten Einzelteil. Es besteht die Gefahr, dass geforderte Fertigungstoleranzen aufgrund der Wärmedehnung nicht mehr erreicht werden.

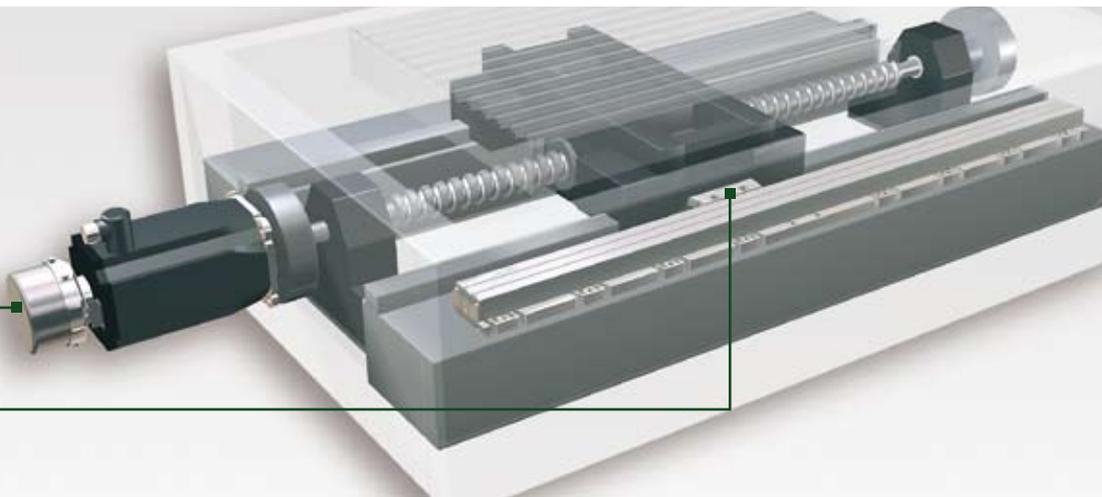


Längenmessgeräte von HEIDENHAIN verbessern die Bearbeitungsgenauigkeit



Positionsregelung von Vorschubachsen, so wie sie sein soll

Erfassung der Geschwindigkeit
 Erfassung der Position



Solche Fehlerquellen können durch den Einsatz von Längenmessgeräten verhindert werden, da so die Wärme-dehnung der Kugelgewindespindeln vollständig kompensiert wird.

Der in den Abbildungen gezeigte Versuch macht die thermischen Fehler einer Bearbeitung ohne Längenmessgeräte deutlich sichtbar.

Ein Anlenkhebel aus der Luftfahrt-technik wird bis zu einer Tiefe von 10 mm aus Aluminium gefräst. Nach 20 Luftbearbeitungen über dem Werkstück wird der untere Teil des Hebels gefräst. Die thermische Drift der Vorschubachse wird durch eine Kante sichtbar. Verfügt die Maschine über Längenmessgeräte, dann entsteht in diesem Versuch keine Kante.

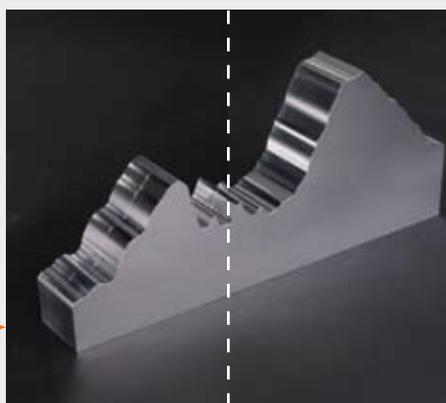
Eine reproduzierbare Genauigkeit ist vom ersten Teil an sichergestellt!



Anlenkhebel, zweifach auf einem Rohling gefertigt **ohne Längenmessgeräte (links)** thermische Verlagerungen, erkennbare Kanten **mit Längenmessgeräten (rechts)** keine thermischen Verlagerungen erkennbar

Auswirkungen im Formenbau

Im Fräsformenbau werden hohe Anforderungen an die Formgenauigkeit gestellt. Gleichzeitig sind hohe Vorschübe notwendig, um Bearbeitungszeiten zu verkürzen. Dabei müssen die erste und letzte Fräsbahn zueinander passen, sonst würde die gewonnene Zeit durch aufwändige Nacharbeit wieder zunichte gemacht. Das nebenstehende Beispiel zeigt die Bearbeitung einer Form, die das markante Profil des Watzmanns darstellt. Um die Längenabweichung bei einer Bearbeitung ohne Längenmessgeräte an diesem Formenbauteil zu visualisieren, wurde die Bearbeitung bewusst in der Mitte des Werkstückes begonnen. Die Start- und Endbahn



Watzmann-Profil nachgebildet mit Freiformflächen, links ohne, rechts mit Längenmessgeräten gefertigt

liegen somit nebeneinander und zeigen durch eine Kante die thermische Drift deutlich. Wird eine Werkzeugmaschine mit Längenmessgeräten eingesetzt, dann zeigt das Werkstück des Watzmann-Profiles diese Kante nicht.

Fazit:

Fertigungsaufträge werden besonders erfolgreich umgesetzt, wenn die eingesetzten Werkzeugmaschinen über eine hohe thermische Stabilität verfügen. In diesem Fall müssen die Vorschubachsen die geforderten Genauigkeiten über den gesamten Verfahrbereich auch bei stark wechselnden Geschwindigkeiten und Bearbeitungskräften erreichen. Mit dem Einsatz von Längenmessgeräten in Werkzeugmaschinen können diese Zielvorgaben erfüllt werden.

Auf dem **HEIDENHAIN-Messestand in Halle 25 Stand E18**

können Sie die Auswirkungen auf die Bearbeitung anhand der im Beitrag vorgestellten Werkstücke direkt sehen und fühlen.

Neue innovative Funktionen für die iTNC 530

Dynamische Kollisionsüberwachung
Adaptive Vorschubregelung
DXF-Konverter
KinematicsOpt
KinematicsDesign

Mit der NC-Software 340 49x-04 erhält die iTNC 530 eine Reihe neuer Funktionen für Maschinen-Hersteller und Anwender, die das Arbeiten an der Steuerung noch einfacher und die Bedienung der Maschine sicherer machen.

Dynamische Kollisionsüberwachung DCM

Die Kollisionsüberwachung DCM (**D**ynamic **C**ollision **M**onitoring) hilft, Maschinenschäden zu vermeiden. Obwohl NC-Programme aus CAD/CAM-Systemen Kollisionen zwischen Werkzeug und Werkstück vermeiden, bleiben die Maschinenkomponenten im Arbeitsraum unberücksichtigt.

Hier setzt HEIDENHAIN an und macht den vom Maschinenhersteller definierten Arbeitsraum für die Steuerung sichtbar. Der Bediener kann am Bildschirm kollisionsgefährdete Maschinenkomponenten erkennen und diese wieder aus dem Kollisionsbereich bewegen. Neu ist die individuelle Einstellung der Bildschirmaufteilung. So kann man sich z.B. in einem Fenster das Programm und im anderen Fenster den Arbeitsraum anzeigen lassen.

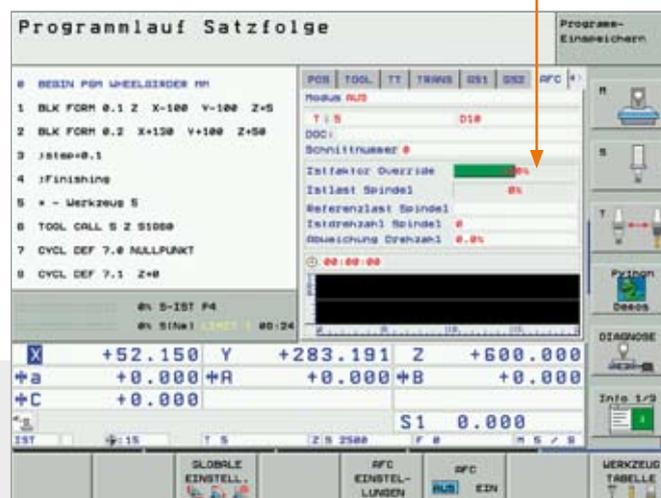
Bei drohender Kollision unterbricht die Steuerung dann die Bearbeitung im Automatikbetrieb.



Adaptive Vorschubregelung AFC

Die adaptive Vorschubregelung AFC (**A**daptive **F**eed **C**ontrol) optimiert den Bahnvorschub abhängig von der Leistung der Werkzeugspindel und weiteren Prozessdaten.

Neu ist das dynamische Liniendiagramm in der Statusanzeige. Es zeigt, wie sich Bahnvorschub und Spindelleistung zueinander verhalten.



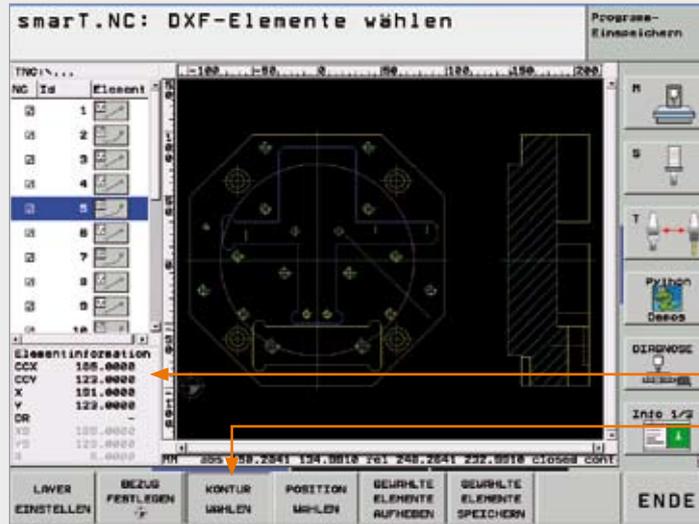
Während der Lernphase zeigt die TNC in einem Überblendfenster die aktuell gespeicherte Referenzleistung an. Bei Bedarf können Sie per Softkey die bis dato ermittelte Referenzleistung zurücksetzen und den Lernprozess neu starten.

DXF-Konverter (Option)

Mit dem DXF-Konverter können Sie CAD Daten im Format DXF direkt auf der iTNC 530 öffnen, um daraus Konturen zu extrahieren. Ein komfortables Extrahieren der Kontur spart nicht nur Programmier- und Testaufwand, Sie sind auch sicher, dass die gefertigte Kontur exakt der Vorgabe des Konstrukteurs entspricht.

In der neuen Version ist die Bedienung wesentlich verbessert worden:

- Zoomeinstellung der zuletzt gewählten DXF-Datei werden gespeichert.
- Gesetzter Bezugspunkt der zuletzt gewählten DXF-Datei wird gespeichert.
- Übernahme von Kreismittelpunkten ist nun direkt möglich.



Besonders hilfreich ist die neue Info-Box, in der alle Daten des jeweils angeählten Elementes angezeigt werden. Bei Bearbeitungspositionen sehen Sie die X/Y-Koordinaten, bei Konturelementen den Start- und Endpunkt, bei Kreisen zusätzlich den Kreismittelpunkt und die Drehrichtung.



KinematicsOpt (Option)

Genauigkeitsansprüche sind ein Dauerbrenner. Auch und gerade im Bereich der 5-Achs-Bearbeitung. Komplexe Werkstückbearbeitungen erfordern komplexe Werkzeugbewegungen, die hochpräzise ausgeführt werden müssen. Die neue Funktion **KinematicsOpt** sorgt für reproduzierbare Genauigkeit auch über lange Zeiträume. Das garantiert hohe Fertigungsqualität bei Serien.

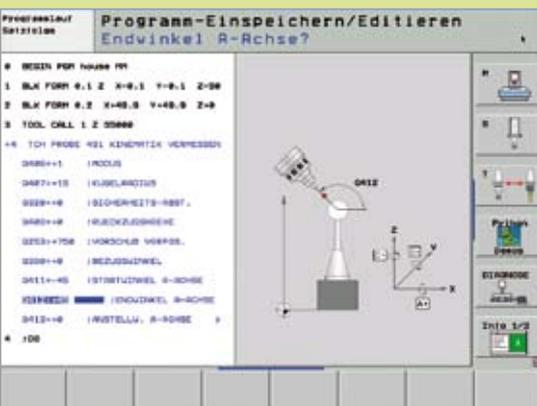
Das Prinzip:

- Die Drehachsen werden mit einem 3D-Tastsystem vollautomatisch vermessen:

Ein 3D-Tastsystem-Zyklus vermisst die an Ihrer Maschine vorhandenen Drehachsen vollautomatisch, egal, ob die Drehachsen mechanisch als Tisch oder Kopf ausgeführt sind. Dabei wird eine Kalibrierkugel an einer beliebigen Stelle auf dem Maschinentisch befestigt und in einer von Ihnen definierbaren Feinheit vermessen. Sie legen bei der Zyklus-Definition für jede Drehachse separat den Bereich fest, den Sie vermessen wollen.

- Daraus ermittelt die iTNC 530 die statische Schwenkgenauigkeit.
- Der Raumfehler, der durch die Schwenkbewegungen entsteht, wird minimiert.
- Maschinengeometrie wird in einer Kinematiktablette abgespeichert:

Selbstverständlich steht auch eine ausführliche Protokolldatei zur Verfügung, in der neben den eigentlichen Messwerten auch die gemessene und die optimierte Streuung (Maß für die statische Schwenkgenauigkeit), sowie die tatsächlichen Korrekturbeträge gespeichert werden.

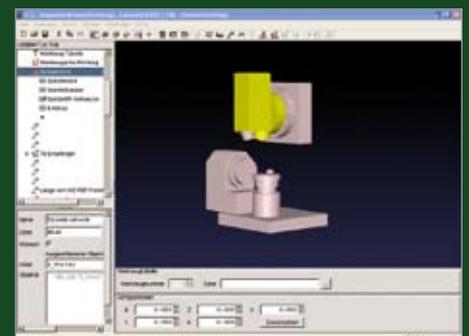


Neue Funktion KinematicsOpt: Automatische Kinematikvermessung und Automatische Nachkalibrierung der Maschinenkinematik

PC-Software KinematicsDesign

Auch die Maschinenhersteller können jetzt Kinematik-Tabellen schneller entwickeln. Mit **KinematicsDesign** steht jetzt ein PC-TOOL zur Verfügung, mit dem sich die Kinematik-Tabellen grafisch unterstützt definieren lassen.

Mit **KinematicsDesign** lassen sich bereits in der Konzeptionsphase kritische Achsstellungen simulieren und somit durch entsprechendes Setzen von Endschaltern an der Maschine vermeiden.



Neues PC-Tool KinematicsDesign: Entwickeln und Verwalten von Kinematik-Tabellen

Globale Programmeinstellungen (Option)

Anwenderfreundliche Erweiterungen gibt es bei der Funktion Globale Programmeinstellungen.

Was tun, wenn große, extern erstellte NC-Programme modifiziert werden müssen?

Definieren Sie Koordinaten-Transformationen und Einstellungen, die global und überlagert für das angewählte NC-Programm wirken. Dann muss das eigentliche NC-Programm nicht geändert werden.

Neben Nullpunkt-Verschiebungen, Drehungen und Spiegelungen lassen sich auch Achsen tauschen, Achsen sperren oder Handrad-Überlagerungen einstellen.

Neu ist die Aktivierung der Virtuelle Achse VT

Sie möchten z.B. über die ganze Bearbeitung ein konstantes Aufmaß verrechnen lassen:

Verfahren Sie dazu das Werkzeug mit dem Handrad in der momentan aktuellen Werkzeug-Achsrichtung (bei aktivem TCPM Tool Center Point Management).

Verwenden Sie das Handrad HR 420:

Dann können Sie die virtuelle Achse VT direkt über die Handrad-Softkeys auswählen. Den in virtueller Achsrichtung verfahrenen Wert sehen Sie dann im Display des Handrads.

Bei Handrädern ohne integrierte Positions-Anzeige:

Hier wählen Sie die virtuelle Achse auf eine vom Maschinen-Hersteller definierte Maschinentaste an. Der verfahrenen Wert wird in einer eigenen Positions-Anzeige angezeigt (zusätzlich auch im Formular Globale Programmeinstellungen). Der Wert bleibt so lange gespeichert, bis Sie das Werkzeug wechseln oder die Funktion wieder abschalten.

Die globalen Programmeinstellungen kommen insbesondere im Großformenbau zum Einsatz.



Neue Datei-Verwaltung:

Kennen Sie schon die Datei-Verwaltung in **smarT.NC**, die zusätzlich zur Softkey-Bedienung auch vollständig per Mouse bedienbar ist?

Die Datei-Verwaltung der Klartext-Programmierung funktioniert jetzt genauso.

Weitere Highlights:

- Dateien können jetzt nach Name, Typ, Größe, Änderungsdatum und Status sortiert werden.
- Favoriten können verwaltet werden.
- Dateien werden angewählt, wenn der erste Buchstaben des Dateinamens auf der Tastatur eingegeben wird.
- Die Anzeige der Datei-Informationen ist jetzt konfigurierbar.
- Das Format der Datumsanzeige ist jetzt konfigurierbar.

3D-Grunddrehung, maschinen-spezifisch (Upgrade-Funktion)

Mit dieser Funktion kann eine beliebige Werkstückschieflage im Raum korrigiert werden (dreidimensionale Aufspannkompensation).

Voraussetzungen:

- Ihre Maschine muss mit mindestens 2 Drehachsen ausgerüstet sein.
- Ihr Maschinenhersteller muss diese Funktion spezifisch an Ihre Maschinen anpassen.

Neue Funktion: Service Files erstellen

Bei einem Fehlerfall oder bei Unklarheiten werden oft gute Fehlerprotokolle benötigt. Dafür gibt es jetzt eine Funktion, die alle wichtigen Daten in einem ZIP-File zusammenfasst.

Das ZIP-File enthält:

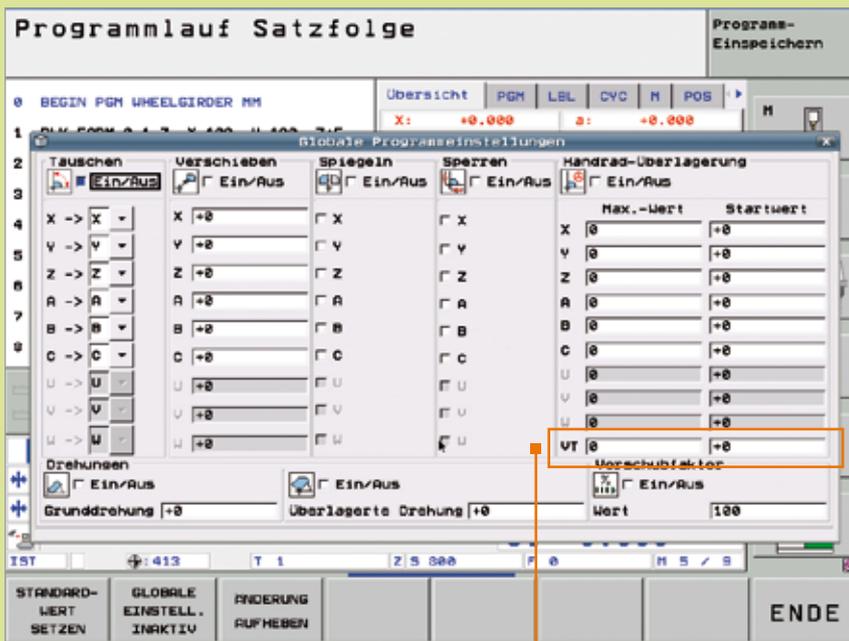
- das aktive NC-Programm
- die Werkzeug-Tabelle TOOL.T
- ggf. aktive Nullpunkt-Tabellen
- wichtige System-Dateien

Lesen Sie das ZIP-File über die Datenschnittstellen aus und senden Sie es per E-Mail an Ihren Maschinenhersteller oder an den HEIDENHAIN-Kundendienst – und die schnelle Hilfe wird noch einfacher.

Neue Dialogsprachen (Option):

Ab sofort stehen auch die Dialogsprachen türkisch und rumänisch zur Verfügung.





Anzeige der Werte der virtuelle Achse VT

Hardwarevoraussetzungen für die neue Software 340 49x-04 für die iTNC 530

- Hauptrechner MC 422 B oder C
- 512 MByte Arbeitsspeicher

Neue Funktionen beim Klartext-Dialog

Neu: Musterdefinition

Die schon von **smarT.NC** her bekannte Funktion des Punktemustergenerators steht jetzt auch bei der Klartext Programmierung zur Verfügung.

Neue Funktion PATTERN DEF:

Definition des Bearbeitungsmusters:

- Punkte (bis zu 9 einzelne Positionen)
- Reihe
- Rahmen
- Fläche
- Teilkreis
- Vollkreis

Die so definierten Bearbeitungsmuster können Sie mit der bewährten Funktion CYCL CALL PATTERN aufrufen.

Neu: Global wirksame Zyklusparameter

GLOBAL DEF-Zyklen:

Definieren Sie am Programm-Anfang verschiedenste Zyklus-Parameter, die global wirksam sind.

Folgende Gruppen stehen zur Verfügung:

- *Allgemeine Zyklus-Parameter wie z.B. Sicherheits-Abstand oder Rückzugs-Vorschub*
- *Bohrspezifische Zyklus-Parameter, wie z.B. Verweilzeiten*
- *Frässpezifische Zyklus-Parameter, wie z.B. das Eintauchverhalten*
- *Tastensystemspezifische Zyklus-Parameter, wie z.B. die sichere Höhe*

Bei der Zyklus-Definition referenzieren Sie einfach per Softkey auf die definierten Werte.

Die TNC trägt dann in der Zyklus-Definition das Wort PREDEF (engl.: vordefiniert) ein. Eine Änderung im GLOBAL DEF-Zyklus wirkt sich auf alle Zyklen aus, die auf den jeweiligen GLOBAL DEF-Zyklus per PREDEF-Eintrag referenziert sind.

Dateifunktionen

Über die Funktion FUNCTION FILE können Sie aus dem NC-Programm heraus beliebige Dateien kopieren, verschieben oder löschen. Dadurch können Sie z.B. NC-Programme, die Sie extern auf einem Netzlaufwerk speichern, automatisch auf die TNC kopieren und starten.

Neu: Rechteckzapfen und Kreiszapfen bearbeiten

Rechteck- und Kreiszapfen können noch einfacher mit den neuen Zyklen 256 und 257 bearbeitet werden. Besonders vorteilhaft ist die konstante Schnittaufteilung, wenn der Unterschied zwischen Roh- und Fertigteilmaß größer ist als der Werkzeugradius. Selbstverständlich können Sie die Schnittaufteilung durch einen Überlappungsfaktor beeinflussen.

Im Aufbau ähneln sich die neuen Zyklen mit den bereits verfügbaren Fräszyklen 251 bis 254.

Neue Funktionen bei smarT.NC

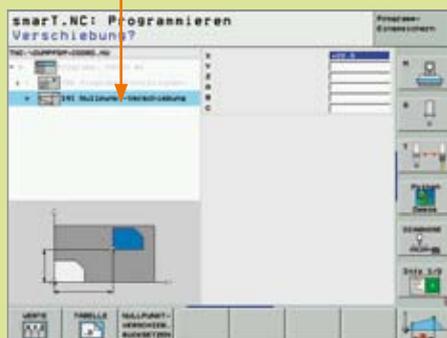
Nullpunkt-Verschiebung
Rechteck- und Kreiszapfen
Inline Musterdefinitionen
Bearbeitungsstrategie
Programmende-UNIT

Neue Nullpunkt-Verschiebung

Den Nullpunkt ausschließlich über Nullpunkt-Tabellen verschieben zu können, gehört der Vergangenheit an. Jetzt können Sie einfach die Verschiebungen in einem Formular achsspezifisch definieren. Und noch einfacher ist das Zurücksetzen: Softkeytaste drücken und fertig.

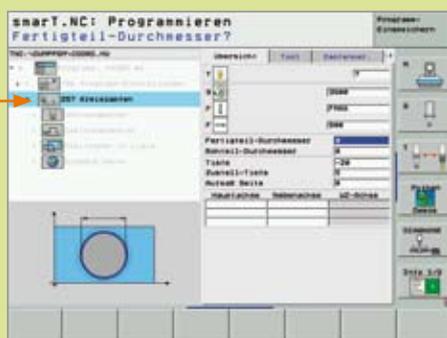


Betriebsart
smarT.NC



Neu: Rechteckzapfen und Kreiszapfen bearbeiten

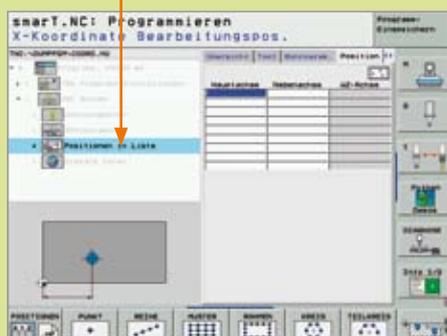
Mit den neuen Zyklen 256 und 257 in der Klartext Programmierung wurden auch in der Betriebsart smarT.NC die gleichen Zyklen neu eingeführt – hier UNIT 256 und UNIT 257.



Inline-Musterdefinitionen überarbeitet

Bearbeitungsmuster ohne Muster-generator definieren. Das ist neu und geschieht direkt im Übersichtsformular einer Bearbeitungs-UNIT. Es stehen zur Verfügung:

- Punkte (bis zu 9 einzelne Positionen)
- Reihe
- Rahmen
- Fläche
- Teilkreis
- Vollkreis



Werteübernahme aus vorherigen UNITS

Wiederholungen gibt es häufig, und oft unterscheiden sich UNITS nur durch Kleinigkeiten. So z.B. bei Schrupp- und

Schlichtdefinitionen mit unterschiedlichen Werkzeugen oder Aufmaßen.

Mit **smarT.NC** ist das jetzt ganz einfach: Übernehmen Sie die definierten Werte einer vorigen UNIT als Defaultwerte für die neu zu definierende UNIT (im selben smarT.NC-Programm), und sparen sich so Programmierzeit.

Neu: Anzahl der Kreisantastungen einstellen

Kreise vermessen mit 4 (wie bisher) oder 3 Antastungen?

Wählen Sie in den Tastsystem-UNITs 412, 413, 421 und 422.

Neu: Bearbeitungsstrategie beim Nachräumen definieren

Wie soll die TNC beim Nachräumen das Werkzeug verfahren?

Wählen Sie in der UNIT 22:

- **Komplette Kontur nachfahren**
Die TNC fährt auf konstanter Höhe die nachzuräumenden Bereiche an, ohne das Werkzeug von der Fertigteilkontur wegzufahren. Diese Strategie verwenden, wenn der Abstand zwischen den nachzuräumenden Bereichen klein ist und das Nachräumwerkzeug groß genug ist, das Restmaterial in einem Schnitt zu bearbeiten.
- **oder Teilbereiche separat bearbeiten**
Die TNC verfährt das Werkzeug zwischen den nachzuräumenden Bereichen im Eilgang auf sicherer Höhe. Diese Strategie verwenden, wenn der Abstand zwischen den Nachräumbereichen groß ist.

200.000ste NC-Steuerung von HEIDENHAIN

Schneller Rückzug beim Gewindebohren

Es gibt immer noch Möglichkeiten, die Bearbeitungszeit zu verringern: Fahren Sie z.B. mit einer um einen Faktor X höheren Drehzahl aus der Bohrung heraus. Diesen Faktor legen Sie in der Gewindebohr-UNIT 209 fest.

Neu auch in smarT.NC: KinematicsOpt (Option)

Die schon in der Klartext Programmierung beschriebene neue Funktion – Vermessung von Maschinen-Kinematiken – steht nun auch in smarT.NC zur Verfügung, und zwar über die UNITS 450 und 451.

Neu: Programmende-UNIT

Beim Programmende-UNIT können folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- M-Funktionen definieren, z.B. M5, M30
- Anfahren einer Sicherheits-Position in der Werkzeug-Achse, (entweder im Werkstück- oder im Maschinen-Koordinatensystem)
- Anfahren einer Sicherheits-Position in der Bearbeitungsebene, (entweder im Werkstück- oder im Maschinen-Koordinatensystem)

Mitte 2007 wurde die 200.000ste NC-Steuerung ausgeliefert. HEIDENHAIN feiert damit in der über 30jährigen Erfolgsgeschichte ein neues Jubiläum. Die aktuelle iTNC 530 hat dabei mit über 30.000 Stück die TNC 426 als bisher Erfolgreichstes, der über 50 Modelle abgelöst. 2007 werden vermutlich über 10.000 Steuerungen dieses Typs das Werk in Traunreut verlassen - Zahlen, die für die hohe Akzeptanz am Markt sprechen.

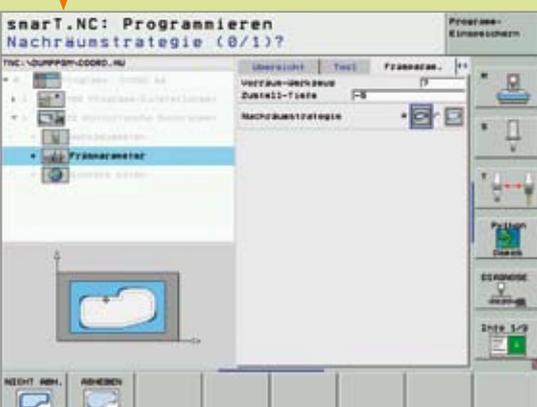
Die TNC-Steuerungen haben Ihre Wurzeln in der Werkstatt, wo sie dem Facharbeiter durch die leichte Klartext-Programmierung die Scheu vor der neuen Technik nahmen. Die anwenderfreundliche Benutzerführung sichert der HEIDENHAIN-Steuerung heute einen hohen Marktanteil bei Anwendungen, die eine Werkstatt-orientierte Programmierung erfordern.

Längst etabliert hat sich die Klartext-Programmierung, bei der die HEIDENHAIN Steuerung einen

Dialog mit dem Benutzer führt und das Bearbeitungsprogramm automatisch erstellt. Noch mehr Komfort bietet seit 2004 die Betriebsart „smarT.NC“ – durch eine übersichtliche Formulareingabe, interaktive Grafik und leicht verständliche Hilfen.

Eine weite Verbreitung finden HEIDENHAIN Steuerungen an Maschinen, die einem hohen Anspruch an die Bearbeitungsqualität gerecht werden. Im oberen Segment – an Bearbeitungszentren und komplexen Fräsmaschinen für die 5-Achsbearbeitung – steht die iTNC 530 dabei für kurze Bearbeitungszeiten, eine hohe Konturtreue und beste Oberflächengüte. Im Mittelfeld sorgt die TNC 320 bei Maschinen mit bis zu 4 gesteuerten Achsen für Präzision und Effizienz in der Fertigung. Die TNC 124, eine bewährte Streckensteuerung für einfache Bearbeitungsmaschinen, rundet die Palette nach unten ab. Steuerungen für Drehmaschinen wie die MANUALplus 4110 komplettieren das Produktspektrum.

200.000 HEIDENHAIN-Steuerungen



TNC 620 – die neue Bahnsteuerung von HEIDENHAIN

Werkstattgerecht, kompakt
und zukunftsweisend digital



Die neue TNC 620 erweitert die HEIDENHAIN-Produktpalette um eine kompakte Steuerung mit digitaler Antriebsregelung. Bereits auf der EMO 2005 führte HEIDENHAIN mit der TNC 320 eine analoge Steuerung für einfache 3-Achs-Maschinen ein, die sich seither im täglichen Einsatz bewährt. Beide Steuerungen basieren auf einem neuen, zukunftsweisenden Software-Konzept von HEIDENHAIN und benutzen die gleiche Software-Plattform.

Dazulernen statt neu lernen

Während die HEIDENHAIN-Steuerungen kontinuierlich weiterentwickelt werden, bleibt das grundlegende Bedienkonzept immer gleich. Das Motto „dazulernen statt neu lernen“ steht auch heute noch im Vordergrund. Bei der TNC 620 wurde dieser Grundsatz natürlich auch berücksichtigt: So wird ein erfahrener TNC-Programmierer bestens mit der TNC 620 zurechtkommen.

Neueinsteiger werden dank der werkstattorientierten Programmierung mit hilfreichen Dialogen und grafischer Unterstützung rasch mit der neuen Steuerung zurechtkommen. Mit übersichtlich angeordneten Softkeys behalten Sie stets den Überblick und finden auf Anhieb die benötigten Funktionen. Auf der kompakten Tastatur sind die TNC-typischen Dialog-Eröffnungstasten angeordnet, so dass Sie einen schnellen Zugriff auf alle TNC-Funktionen haben. Zusätzlich kann der Maschinen-Hersteller auf der vertikalen Softkey-Leiste maschinenspezifische Funktionen zur Verfügung stellen.

Zyklen erleichtern die Programmerstellung

Die TNC 620 verfügt über eine Vielzahl von Zyklen, die für die meisten Bearbeitungsaufgaben, die in der Werkstatt anfallen, konzipiert sind. Hier stehen neben **Bearbeitungszyklen** zum Bohren, Gewindebohren (mit oder ohne Ausgleichsfutter), Gewindefräsen, Reiben und Ausdrehen auch Zyklen für Bohrbilder (Lochkreis und Lochreihe) sowie Fräszyklen zum Abzeilen ebener Flächen, zum Ausräumen und Schlichten von Taschen, Nuten und Zapfen zur Verfügung.

Um Teile automatisch vermessen oder kontrollieren zu können, sind darüber hinaus **Tastsystem-Zyklen** verfügbar, die sich einfach in das Bearbeitungs-Programm integrieren lassen. Während der Eingabe von Bearbeitungs- oder Tastsystem-Zyklen unterstützt die TNC 620 den Maschinenbediener mit aussagekräftigen Hilfsbildern und Dialog-Texten.

Bei der werkstattorientierten Programmerstellung im bewährten HEIDENHAIN-Klartext-Dialog, zeigt die Programmiergrafik interaktiv Schritt für Schritt an, was gerade programmiert wird. Dies ist besonders nützlich, wenn nicht NC-gerecht bemaßte Teile mit der leistungsfähigen FK-Programmierung erstellt werden.

Schon vorher Bescheid wissen – Dank ausgefeilter Grafik

Nach dem Erstellen eines NC-Programms vermittelt die Test-Grafik schon vor der eigentlichen Bearbeitung einen realistischen Eindruck des Werkstücks. Beim internen Testlauf überprüft die TNC das NC-Programm auch auf



logische Fehler und zwar bereits bevor das Werkstück auf die Maschine kommt. So werden ohne großen Aufwand Stillstandszeiten verhindert. Tipps zur Fehlerursache und Möglichkeiten zur Behebung erleichtern die Fehlersuche.

Komplexe Anwendungen einfach handhaben

Für sehr komplexe Aufgaben – bei denen noch zusätzliche Schwenk-/Drehachsen zum Einsatz kommen – ist die TNC 620 bestens ausgestattet. So kann beispielsweise die Bearbeitungsebene um eine oder mehrere Drehachsen geschwenkt werden. Das Bearbeitungsprogramm wird dann einfach wie gewohnt in der Hauptebene (meist X/Y) erstellt. Sogar für die Bearbeitung von Konturen, Nuten oder Stege, die sich auf der Abwicklung eines Zylinders befinden, stehen spezielle Zyklen zur Verfügung.

Auch bei der Simultan-Bearbeitung mit bis zu fünf Achsen verfügt die TNC 620 über spezielle Funktionen: Dynamisches Vorausberechnen der Kontur, Algorithmen zur Ruckbegrenzung und eine intelligente Bewegungsführung erfüllen hohe Anforderungen an die Oberfläche der Werkstücke.

Ausstattung nach Wunsch

Bei der TNC 620 können Sie den Funktionsumfang der Steuerung ganz nach Ihren Wünschen und Bedürfnissen festlegen. Über unterschiedliche Optionen definieren Sie Ihre Steuerung so wie Sie es für sinnvoll halten und es Ihre tägliche Praxis verlangt. Sie müssen sich hierbei aber keineswegs für immer festlegen. Wenn Sie zu einem späteren Zeitpunkt doch einmal eine weitere

Funktion benötigen, die Ihnen nicht als Option zur Verfügung steht, können Sie sich an Ihren Maschinenhersteller wenden, um die Funktion nachträglich zu aktivieren.

Hardware-Design: Kompakt und zeitgemäß

War bisher bei digitalen HEIDENHAIN-Steuerungen der Hauptrechner MC immer neben der Regler-Einheit CC im Schaltschrank untergebracht, so findet nun der Hauptrechner im Bedienpult seinen Platz. – unmittelbar hinter dem großen, übersichtlichen 15 Zoll TFT-Flachbildschirm mit XGA-Auflösung (1024x768 Pixel) und der TNC-Tastatur. Aufwändige Verkabelung gehört damit der Vergangenheit an.

Die Regler-Einheit CC befindet sich weiterhin im Schaltschrank und wird über die bewährte PWM-Schnittstelle mit den Leistungsmodulen verbunden.

HSCI – das neue modulare Hardware-Konzept

Das neue Hardware-Konzept der TNC 620 sorgt dafür, dass auch die Verbindung der einzelnen Steuerungskomponenten in Zukunft zum Kinderspiel wird.

Hauptrechner und Reglereinheit und weitere Komponenten des HEIDENHAIN-Steuerungssystems sind mit einer neuen, leistungsfähigen Schnittstelle ausgestattet: **HSCI**. Die hervorragenden Eigenschaften des durchgängig digitalen Gesamtsystems der TNC 620 garantieren höchste Genauigkeit und Oberflächengüte bei zugleich hohen Verfahrgeschwindigkeiten und einer hohen Verfügbarkeit des Gesamtsystems. *(weitere Informationen siehe Seite 14)*

Und unter der Haube: Rechenleistung und ausreichend Speicherplatz

Die TNC 620 ist mit einem leistungsfähigen Intel-Prozessor mit 400 MHz Taktfrequenz ausgestattet. Zusätzlich sorgen 512 MByte Arbeitsspeicher dafür, dass auch aufwändige grafische Simulationen zügig abgearbeitet werden.

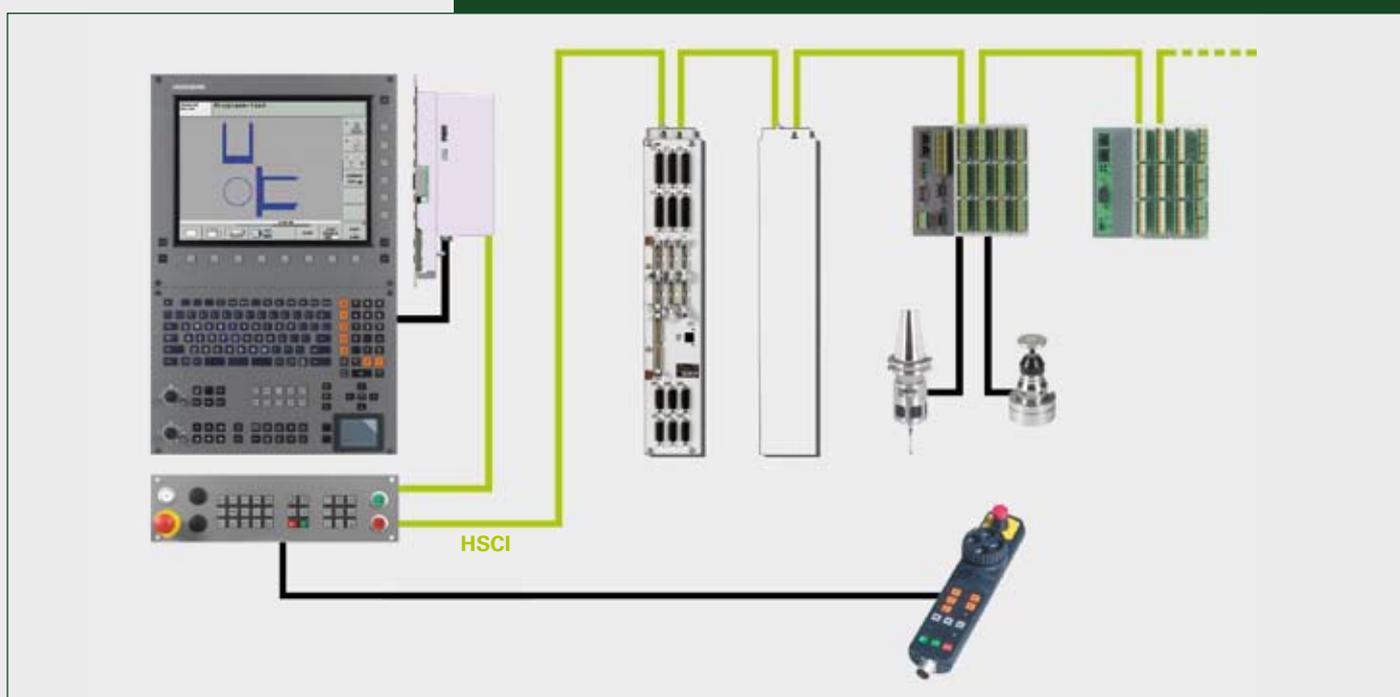
Als Speichermedium für NC- und PLC-Programme kommt eine Compact-Flash-Speicherkarte zum Einsatz. Die Speicherkarte ist unempfindlich gegen mechanische Erschütterungen und bietet dadurch optimale Sicherheit für Ihre Daten.

Auch bei der Datenübertragung ist die TNC 620 ein verlässlicher Partner in der Werkstatt. Dafür sorgt die standardmäßig integrierte Fast-Ethernet-Schnittstelle, über die sich die TNC ohne großen Aufwand in Ihr Firmen-Netzwerk einbinden lässt.

Über die USB-Schnittstelle schließen Sie Eingabe- und Zeigergeräte sowie Wechseldatenträger, z. B. externe Festplatten und USB-Sticks an die TNC 620 an.

Die TNC 620 wird mit 3 geregelten Achsen und geregelter Spindel angeboten, und kann optional um zwei weitere geregelte Achsen erweitert werden. (Über Software-Optionen kann der Funktionsumfang der NC-Software an die jeweiligen Bedürfnisse und Anwendungen angepasst werden).

Durchgängig digital – neues Hardware-Konzept für HEIDENHAIN-Steuerungen



Das zukünftige Hardware-Konzept:
durchgängig digitale Verbindung der verschiedenen Steuerungskomponenten

HSCI: HEIDENHAIN
Serial Controller Interface) —

Durchgängig digital ist mehr als nur ein Schlagwort: Sämtliche Komponenten werden über rein digitale Schnittstellen miteinander verbunden – die Steuerungskomponenten über HSCI (HEIDENHAIN Serial Controller Interface), dem neuen HEIDENHAIN-Echtzeit-Protokoll für Fast-Ethernet und die Messgeräte über EnDat 2.2, dem bidirektionalen Interface von HEIDENHAIN.

Von den Vorteilen profitieren Maschinenhersteller und Endanwender: Das Gesamtsystem wird störungsunempfindlicher, durchgehend diagnosefähig und sichert so eine hohe Verfügbarkeit.

Das bisher bewährte Hardware-Konzept

Der Hauptrechner MC und die Regler-Einheit CC sind jeweils im Schaltschrank untergebracht. Im Bedienpult befinden sich lediglich Bildschirm und Tastatur. Über mehrere Kabel werden die Bedienpultkomponenten mit dem Hauptrechner MC verbunden.

Das neue Hardware-Konzept

MC und CC werden über ein Real-Time-Ethernet-Kabel verbunden oder genauer gesagt über ein 100BaseT Ethernet Physical Layer. Das Protokoll ist HEIDENHAIN-spezifisch und wird mit HSCI bezeichnet. Gemeinsam mit dem rein digitalen Messgeräte-Interface EnDat 2.2 ergibt sich ein durchgängig digitales Konzept vom Hauptrechner bis zum Messgerät.

Die Hauptvorteile dieses neuen Konzepts:

- einfachere Verdrahtung
- einfachere Inbetriebnahme
- umfangreichere Diagnose-Möglichkeiten
- höhere Störsicherheit

Die neue Technologie sorgt für höchste Genauigkeit und Oberflächengüte bei hohen Verfahrgeschwindigkeiten.



Sicherheitsbezogene Steuerungstechnik für Werkzeugmaschinen

Im Maschinen- und Anlagenbau gewinnt das Thema Sicherheit immer größere Bedeutung. Alle Maßnahmen dienen in erster Linie dem Personenschutz, zunehmend aber auch dem Schutz von Sachwerten und der Umwelt.

Ziel der funktionalen Sicherheit ist die Minimierung oder Beseitigung von Gefahren, die sowohl im ungestörten als auch im gestörten Betrieb von Maschinen oder Anlagen entstehen können. Dies wird in erster Linie durch redundante Systeme erreicht. So benötigen bewegte Achsen in sicherheitsgerichteten Anwendungen redundante Positionsinformationen, um entsprechende Sicherheitsfunktionen erfüllen zu können.

Grundprinzip

Die Steuerungen und Positionsmessgeräte mit funktionaler Sicherheit von HEIDENHAIN entsprechen dem Sicherheitsintegritätslevel 2 (SIL 2) nach der Norm IEC EN 61 508 bzw. dem Performance Level „d“ nach EN 13 849-1 (Nachfolger der EN ISO 954-1). In diesen Normen erfolgt die Beurteilung sicherheitsgerichteter Systeme unter anderem auf Basis von Ausfallwahrscheinlichkeiten integrierter Bauelemente bzw. Teilsysteme. Dieser modulare Ansatz erleichtert den Herstellern sicherheitsgerichteter Anlagen die Realisierung ihrer Systeme,

da sie auf bereits qualifizierten Teilsystemen aufbauen können. Diesem Konzept wird sowohl bei der Steuerung iTNC 530 mit HSCI Rechnung getragen, ebenso wie bei Positionsmessgeräten mit funktionaler Sicherheit.

Funktionale Sicherheit an Werkzeugmaschinen

HEIDENHAIN wird voraussichtlich ab Mitte 2008 HSCI-Steuerungen mit funktionaler Sicherheit anbieten. Basis für die Steuerungen mit funktionaler Sicherheit sind zwei redundante, voneinander unabhängig arbeitende Sicherheitskanäle. Alle sicherheitsrelevanten Signale werden zweikanalig erfasst, verarbeitet und ausgegeben. Durch einen wechselseitigen Datenvergleich zwischen den Zuständen der beiden Kanäle werden Fehler erkannt. Das Auftreten eines einzelnen Fehlers in der Steuerung führt somit nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion.

Ziel ist es, Tätigkeiten bei geöffneten, trennenden Schutzeinrichtungen während automatischer Fertigungsabläufe an Bearbeitungszentren zu ermöglichen, ohne den Bediener zu gefährden, z.B.:

- Einrichten
- manuelles Eingreifen
- Prozess-Beobachtung

Sicherheitsbezogene Betriebsarten

Die HEIDENHAIN Steuerungen mit funktionaler Sicherheit bieten vier sicherheitsbezogene Betriebsarten entsprechend der Norm EN 12 417 (Sicherheit von Werkzeugmaschinen und Bearbeitungszentren) an.

Betriebsart 1

Automatik- bzw. Produktionsbetrieb

- Betrieb nur bei geschlossener Schutztür
- keine Maschinenbewegung bei geöffneter Schutztür möglich

Betriebsart 2

Einrichtbetrieb

- Betrieb bei offener Schutztür
- Achsbewegungen mit höchstens 2 m/min
- Spindelstopp innerhalb 2 Umdrehungen
- gleichzeitige Bewegung maximal einer Achse möglich (keine interpolierenden Bewegungen)
- Spindeldrehung nur mit Zustimmungstaste möglich

Betriebsart 3

Manuelles Eingreifen

- Betrieb bei offener Schutztür
- Achsbewegungen mit höchstens 5 m/min
- Spindelstopp innerhalb 5 Umdrehungen
- gleichzeitige Bewegung mehrerer Achsen möglich (interpolierende Bewegungen)
- Spindeldrehung nur mit Zustimmungstaste möglich

Betriebsart 4

Erweitertes manuelles Eingreifen, Prozessbeobachtung

- Betrieb bei offener Schutztür
- Achsbewegungen mit höchstens 5 m/min
- Spindelstopp innerhalb 5 Umdrehungen
- gleichzeitige Bewegung mehrerer Achsen möglich (interpolierende Bewegungen)
- Zustimmungstaste nur zum Starten der Spindeldrehung erforderlich



Innovation bei den Infrarot-Tastsystemen

TS 740
Das Hochgenaue

TS 444
Das Batterielose

TS 640 und TS 440
Die Bewährten

Mit den Werkstück-Tastsystem TS 740 und TS 444 stellt HEIDENHAIN zwei Neuentwicklungen vor.

TS 740 - Das hochgenaue Tastsystem

Für Messaufgaben mit besonders hohen Ansprüchen an Antast-Genauigkeit und Reproduzierbarkeit ist das TS 740 das richtige Tastsystem. Trotz sehr geringer Antastkräfte erzeugt das TS 740 bei hohen Beschleunigungen oder schnellem Antasten kein unkontrolliertes Schaltsignal.

Antastvorgang:

Beim Antasten eines Werkstückes wird der Taststift ausgelenkt. Er übt Kräfte auf Druckelemente aus, die das Kernstück unseres neu entwickelten Sensors sind. Die Kraftdifferenz wird von der Elektronik verrechnet und so das Schaltsignal erzeugt.



Tastsystem	Antast-Genauigkeit	Antast-Reproduzierbarkeit (mehrmaliges Antasten aus einer Richtung)
TS 440 / TS 640	$\leq \pm 5 \mu\text{m}$ (bei Verwendung der Standard-Taststifte)	$2 \sigma \leq 1 \mu\text{m}$ bei einer Antastgeschwindigkeit von 3 m/min
TS 740	$\leq \pm 1 \mu\text{m}$	$2 \sigma \leq 0,25 \mu\text{m}$ bei einer Antastgeschwindigkeit von 0,25 m/min

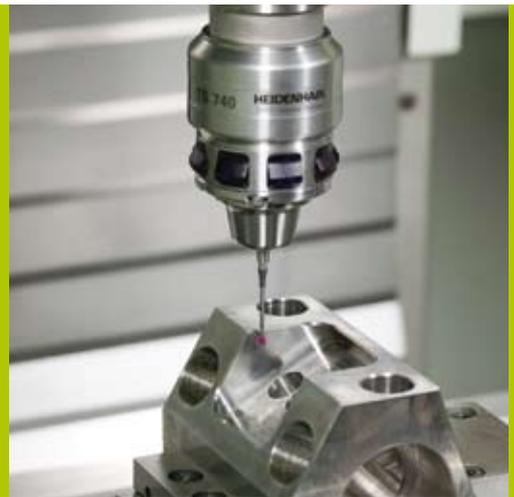
HEIDENHAIN Tastsysteme TS

Rüstzeiten zu reduzieren ist eine oft gestellte Vorgabe. Führen Sie mit unseren Werkstück-Tastsystemen Rüst-, Mess- und Kontrollfunktionen direkt an der Werkzeugmaschine aus.

Mit HEIDENHAIN Tastsystemen können Sie:

- Werkstücke vermessen
- Werkstücke ausrichten
- Bezugspunkte setzen
- oder 3D-Formen digitalisieren

HEIDENHAIN bietet Tastsysteme an, die das Schaltsignal entweder über Infrarot oder per Kabel übermitteln.



TS 444 - Das batterielose Tastsystem

Eine innovative und elegante Alternative zu den batteriebetriebenen Tastsystemen ist das TS 444. Batteriehandhabung, -lagerung und -entsorgung entfallen komplett. Voraussetzung ist nur eine Druckluftversorgung über die Spindel.

Das Aufladen erfolgt im Arbeitsgang „Messstellenreinigung“, bei dem auch die zu ermittelnde Werkstück-Position gereinigt wird.

Funktionsprinzip der Energieversorgung:

Beim Reinigen der Messstelle vor dem Antasten wird Druckluft über den Spannschaft in das Gerät geleitet. Dort wird ein Turbinenrad angetrieben, welches über Magnetfeldänderung elektrische Energie erzeugt, die in Hochleistungskondensatoren zwischengespeichert wird. Die wieder austretende Luft wird zur Messstellenreinigung verwendet. Speziell gereinigte Druckluft ist nicht notwendig.

Die Ladezeit ist abhängig vom Ladedruck: je höher der Druck, desto kürzer die Aufladezeit. Um eine sinnvolle Aufladezeit zu gewährleisten, sollte der Versorgungsdruck mind. 5 bar betragen.

Ein Beispiel: Mit 5,5 bar ist ein Tastsystem nach ca. 3 Sekunden vollständig aufgeladen. Das genügt für einen Messzyklus von 2 Minuten.



TS 640 und TS 440 - Die Bewährten

Neuerungen gibt es auch bei unseren bewährten Tastsystemen TS 640 und TS 440.

Neu: Längere Betriebsdauer

Wir haben die Betriebsdauer für einen Satz Batterien mehr als verdoppelt. Durch eine Überarbeitung der Elektronik beträgt sie nun ca. 800 Stunden beim TS 640 und ca. 200 Stunden beim TS 440.

Anwendungsbeispiel:

Wird das Tastsystem während 5% der Arbeitszeit eingesetzt, so müssen beim TS 640 nach 3 Jahren und beim TS 440 nach einem 3/4 Jahr die Batterien erneuert werden (3-Schicht-Betrieb, 220 Arbeitstage/Jahr, Betrieb mit Lithium-Batterien)

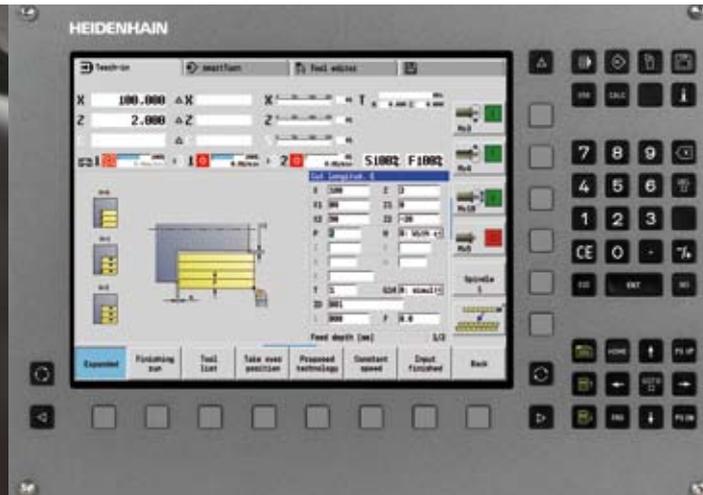
Neu: Flexible Batterieverwendung

Der Einsatz von Alkaline-Batterien oder wiederaufladbarer Akkus ist jetzt möglich. Bedenken Sie dabei, dass die Betriebszeiten von hochwertigen Lithium-Batterien etwas höher sind.

Neu: Optische Anzeige

Kontrolle auf einen Blick. Der Anwender kann jetzt überprüfen, ob das Tastsystem ein- oder ausgeschaltet ist. Die neue Anzeige signalisiert außerdem das Auslenken des Taststiftes.

MANUALplus 620, die Bahnsteuerung für Zyklen- und CNC-Drehmaschinen



Der Bildschirm:
übersichtlich und
anwenderfreundlich

Das Bedienfeld:
wenige Tasten
mit klaren Funktionen

Die MANUALplus 4110 bewährt sich seit Jahren an handlungsorientierten Drehmaschinen. Nun hat HEIDENHAIN die MANUALplus konsequent weiterentwickelt. Bei der MANUALplus 620 wurde die Zyklenprogrammierung weiter verbessert und zusätzlich die neue Programmier-Betriebsart smartTurn eingeführt.

Damit präsentiert HEIDENHAIN eine Steuerung, die sowohl für Zyklen- als auch für CNC-Drehmaschinen konzipiert ist.

MANUALplus 620, die Steuerung für Zyklen- und CNC-Drehmaschinen

Die MANUALplus 620 ist für Drehmaschinen mit Hauptspindel, einem Schlitten (X- und Z-Achse), C-Achse oder positionierbarer Spindel und angetriebenem Werkzeug konzipiert. Sie ist für Horizontal- und Vertikal-Drehmaschinen mit einfacher Werkzeugaufnahme oder Werkzeug-Revolver geeignet. Zyklen-Drehmaschinen werden in der Regel für kleinere und mittlere Losgrößen eingesetzt. Bei Einsatz der MANUALplus 620 profitiert der Anwender von der einfachen erlernbaren Zyklenprogrammierung, mit der Werkstücke schnell und effektiv bearbeitet werden. Und wenn die Anforderungen steigen und Sie komplexe Aufgaben mit Ihrer Drehmaschine bearbeiten, dann erstellen Sie Ihre NC-Programme mit der neuen Programmier-Betriebsart smartTurn. Bei CNC-Drehmaschinen ist die Programmier-Betriebsart smartTurn die Grundlage für die NC-Programmierung.

Auch diese neue Art der NC-Programmierung benötigt nur wenig Einarbeitungszeit, denn der Facharbeiter braucht sich weder mit G- und M-Funktionen, noch mit dem Aufbau eines Bearbeitungsblocks auseinandersetzen. smartTurn nutzt die schnell erlernbare Formulareingabe.

Die Zyklenbearbeitung

Gerade bei kleineren und mittleren Losgrößen ist das Schreiben und Testen eines „richtigen“ NC-Programms mit G- und M-Funktionen viel zu zeitaufwändig. Hier ist die Zyklenprogrammierung der MANUALplus die richtige Lösung, denn ein Zyklus ist ein vorprogrammierter Arbeitsschritt und benötigt deshalb nur wenige Eingaben.

Der Facharbeiter konzentriert sich auf die Bearbeitung seines Werkstücks. Er bestimmt das Werkzeug für den Arbeitsschritt, wählt den Zyklus aus, definiert die erforderlichen Parameter, kontrolliert die Bearbeitung mit der grafischen Simulation und führt den Zyklus aus. So entsteht, handlungsorientiert, das erste Werkstück und gleichzeitig das Zyklenprogramm. Dieses Zyklenprogramm wird gespeichert. Jetzt kann der Facharbeiter das Programm automatisch ablaufen lassen – und spart so schon beim zweiten Werkstück Zeit und Kosten.

Einfache Dreh- und Fräskonturen definieren Sie bei der MANUALplus direkt im Zyklus. Und wenn die Konturen komplexer werden? Kein Problem! Mit der Kontur-Programmierung ICP beschreiben Sie selbst komplexe Werkstücke schnell und ohne Rechenaufwand.

smartTurn - die neue Programmier-Betriebsart

Ist der Sicherheitsabstand richtig eingetragen, die Drehzahlbegrenzung berücksichtigt, wie werden die Aufmaße definiert? All diese Punkte muss sowohl der Anfänger, als auch der erfahrene NC-Programmierer bei der herkömmlichen DIN-Programmierung bedenken. Mit smartTurn wird vieles leichter: Im smartTurn-Programm dreht sich alles um **den Arbeitsblock, die Unit**. Eine Unit beschreibt einen Arbeitsschritt – und zwar vollständig und übersichtlich. *Die Unit beinhaltet den Werkzeugaufruf, die Technologie-daten, den Zyklusaufruf, die An- und Abfahrstrategie, sowie globale Daten wie Sicherheitsabstand, etc.* All diese Parameter sind übersichtlich in einem Formular zusammengefasst – einfach und übersichtlich.

Einfache Bearbeitungen erfordern lediglich die Eingabe weniger Parameter. Deshalb definieren Sie mit smartTurn einen solchen Bearbeitungsschritt schnell in einem einzigen Übersichtsformular. Falls erforderlich legen Sie zusätzliche Bearbeitungsoptionen fest. Dazu stehen untergeordnete Formulare zur Verfügung, in denen Sie mit wenigen zusätzlichen Tastendrücken die Daten für Bearbeitungsoptionen eingeben.

Mit dem smartTurn-Prinzip haben Sie die Sicherheit, dass der Arbeitsblock korrekt und vollständig definiert ist. Im NC-Programm listet smartTurn die DIN PLUS-Anweisungen dieser Unit auf. Damit haben Sie nicht nur den Überblick über alle Details des Arbeitsblocks, Sie

Mit ICP Konturen beschreiben

Mit dem Kontur-Editor ICP beschreiben Sie Werkstücke bzw. Konturen grafisch interaktiv. Durch schrittweise Eingabe der Elemente erstellen Sie die Kontur. Bereits bei der Auswahl des Konturelements legen Sie die Richtung der Linie bzw. den Drehsinn des Kreisbogens fest. Dadurch kommt die MANUALplus mit sehr wenigen Angaben zum Konturelement aus. Die MANUALplus berechnet fehlende Koordinaten, Schnittpunkte, Kreismittelpunkte, etc. In der Regel beschreiben Sie das Werkstück

so, wie es in der Zeichnung vermaßt ist. Wenn sich mehrere Lösungsmöglichkeiten ergeben, zeigt ICP Ihnen die mathematisch möglichen Varianten an – und Sie wählen die richtige Lösung aus.

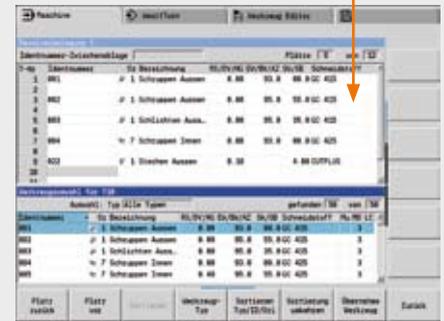
DXF importieren:

Noch einfacher geht's, wenn die Werkstück-Zeichnung im DXF-Format vorliegt. Denn mit ICP können Sie Konturen, die im DXF-Format vorliegen, importieren. Das spart nicht nur Zeit- und Testaufwand, Sie sind auch sicher, dass die gefertigte Kontur exakt den Vorgaben des Konstrukteurs entspricht.

Die Werkzeug- und Technologie-Datenbank

Das Speichern der Werkzeug- und Schnittdaten und das einfache Ermitteln der Einstellmaße sind bewährte Funktionen der MANUALplus.

Mit der Werkzeug-Datenbank der MANUALplus 620 stehen nicht nur größere Kapazitäten und leicht verständliche Dialoge zur Dateneingabe zur Verfügung, die MANUALplus 620 unterstützt auch bei der Bestückung des Werkzeug-Revolvers.



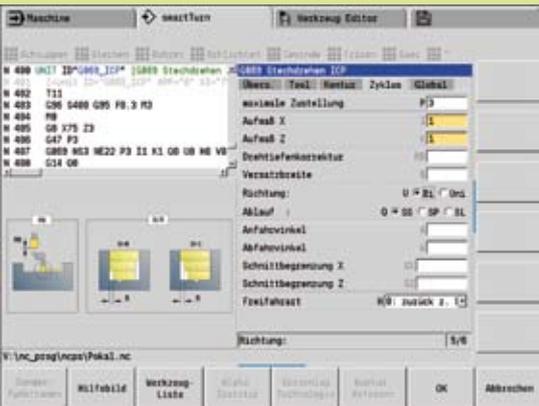
erhalten auch ein übersichtliches und klar strukturiertes NC-Programm.

Die Konturnachführung:

Ein weiteres Highlight der MANUALplus 620 ist die Konturnachführung. Wenn Sie am Anfang Ihres smartTurn-Programms das Rohteil definieren, berechnet die Steuerung bei jedem Zyklus das neu entstandene Rohteil. Die Bearbeitungszyklen richten sich immer nach dem aktuellen Rohteil. Sie sind so intelligent, dass sie „Luft-schnitte“ vermeiden und die Anfahrwege optimieren – auch durch ein vorher zerspanntes Volumen hindurch.

wie die Bohr- und Fräsbearbeitung mit der C-Achse realisieren. Wenn Sie aber spezielle Aggregate ansteuern oder die Variablenprogrammierung nutzen wollen, dann steht Ihnen DIN PLUS zur Verfügung. Mit DIN PLUS realisieren Sie Funktionen, die in smartTurn nicht vorgesehen sind. Ein großer Vorteil der MANUALplus 620 ist, dass Sie innerhalb eines NC-Programms beliebig zwischen der smartTurn- und der DIN PLUS-Programmierung wechseln können.

Wenn Sie die Werkzeugbelegung ändern oder den Revolver neu bestücken wollen, dann lassen Sie sich im oberen Fenster die Revolverbelegung und im unteren Fenster die Einträge der Werkzeug-Datenbank anzeigen. Jetzt brauchen Sie nur noch den Revolverplatz markieren und das richtige Werkzeug aus der Datenbank auswählen. Per Tastendruck übernehmen Sie die Werkzeugdaten für den Eintrag in die Revolverbelegung.



Die Unitauswahl:

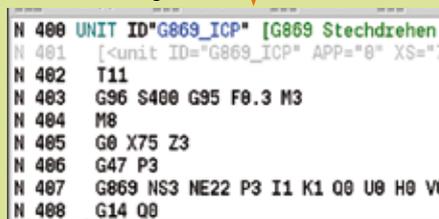
Außer den Units für die Dreh-, Bohr- und Fräsbearbeitung stellt smartTurn Sonder-Units zur Verfügung. In der Start-Unit definieren Sie globale Programm-Parameter wie Aufmaße, Sicherheitsabstände, Kühlmittel, etc. smartTurn übernimmt diese Werte für die weiteren Units.

Mit den Units von smartTurn können Sie die komplette Drehbearbeitung so-

Unit als Formular:



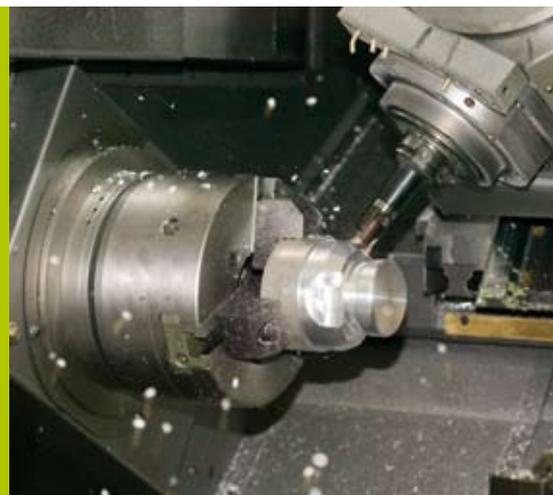
Unit als NC-Programm:



Schnittdaten müssen Sie bei der MANUALplus 620 ebenfalls nur einmal erfassen. Die Technologie-Datenbank speichert diese Daten nach den Kriterien Werkstoff – Schneidstoff – Bearbeitungsart. Aufgrund dieser dreidimensionalen Tabelle kennt die Steuerung immer den passenden Vorschub und die richtige Schnittgeschwindigkeit. Die MANUALplus 620 ermittelt die Bearbeitungsart aus dem Zyklus bzw. bei smartTurn aus der Unit. Der Schneidstoff wird bei der Werkzeugbeschreibung angegeben. Jetzt müssen Sie nur noch am Anfang Ihres Zyklus- oder smartTurn-Programms den Werkstoff deklarieren, dann liefert Ihnen die Technologie-Datenbank die richtigen Vorschlagswerte für Ihre Bearbeitung. Sie können die Schnittwerte übernehmen oder bei Bedarf anpassen.

CNC PILOT 4290 mit B-Achse

Auf der EMO 2007 stellt HEIDENHAIN erstmalig die CNC PILOT 4290 mit B-Achse vor. Damit sind Bohr- und Fräsbearbeitungen auf schräg im Raum liegenden Ebenen möglich. Aber auch für die Drehbearbeitung bietet die B-Achse wesentliche Vorteile: Durch Schwenken der Achse und Drehen des Werkzeugs erreichen Sie Werkzeuglagen, die eine Längs- und Planbearbeitung auf der Haupt- und Gegenspindel mit einem einzigen Werkzeug ermöglichen.



Die CNC PILOT 4290

Die Drehmaschinen-Steuerung CNC PILOT 4290 ist sowohl für kompakte, als auch für komplexe CNC-Drehmaschinen konzipiert. Die Steuerung ist für Maschinen mit bis zu 6 Schlitten, 4 Spindeln und 2 C-Achsen (bei maximal 12 Regelkreisen) einsetzbar. Dabei profitieren Sie nicht nur von der Flexibilität der Steuerung, auch die **Programmierung ist selbst bei komplexen Mehrschlitten-Maschinen denkbar einfach**. Bei der Programmierung mit TURN PLUS beschreiben Sie das Werkstück grafisch interaktiv und erzeugen anschließend das NC-Programm auf „Knopfdruck“. Dabei erstellt die automatische Arbeitsplangenerierung von TURN PLUS den Arbeitsplan, wählt die Arbeitsstrategie aus, ermittelt die Werkzeuge und Schnittdaten und erzeugt die NC-Sätze – selbst bei NC-Programmen für die Komplettbearbeitung.

Wenn Sie Ihre Programme mit DIN PLUS erstellen, unterstützt Sie die CNC PILOT bei der Erstellung klar strukturierter und gut lesbarer NC-Programme: In DIN PLUS beschreiben Sie zuerst die Kontur des Werkstücks und programmieren anschließend die Bearbeitung. Dabei ist die Werkstückbearbeitung auf Mehrschlitten-Maschinen bereits im Befehlssatz der CNC PILOT 4290 berücksichtigt. So erleichtern spezielle Vierachszyklen, Synchronisationsbefehle, etc. die Erstellung von Mehrschlitten-Programmen.

Die B-Achse

Die Programmierung von Bohr- und Fräsbearbeitungen auf schräg im Raum liegenden Ebenen erscheint auf den

ersten Blick recht komplex und rechenintensiv. Aber bei der CNC PILOT wird eine Koordinatentransformation vorangestellt. Danach ist die Programmierung so einfach, wie bei der Bearbeitung einer Hauptebene.

Die bei der CNC PILOT übliche Trennung der Konturbeschreibung und der Bearbeitung gilt auch bei Bohr- und Fräsbearbeitungen auf der geschwenkten Ebene. Zuerst drehen und

verschieben Sie das Koordinatensystem so, dass es auf der geschwenkten Ebene liegt. Anschließend beschreiben Sie die Bohrmuster oder die Fräskonturen wie auf der Y/Z-Ebene. Dabei stehen Ihnen die Muster- und Figurdefinitionen der CNC PILOT zur Verfügung. Das heißt, bei linearen oder zirkularen Mustern, sowie bei einfachen Figuren (Kreis, Rechteck, regelmäßiges Vieleck, etc.) reichen wenige Eingaben aus, um das Muster oder die Figur auf der geschwenkten Ebene zu beschreiben.

Bei der Bohr- und Fräsbearbeitung stellen Sie zuerst das Werkzeug senkrecht zur geschwenkten Ebene. Danach erfolgt die Bearbeitung mit den Zyklen. Dabei verwenden Sie wieder die gleichen Bohr- und Fräszyklen, die Sie auch für die Y/Z-Ebene benutzen. Die nötigen Parameter der geschwenkten Ebene kennt die CNC PILOT ja schon aus der Konturbeschreibung.

Die Simulation der CNC PILOT 4290 stellt Bohrmuster und Fräskonturen für die B-Achse





senkrecht zur geschwenkten Ebene dar – also ohne Verzerrungen. Das gewährleistet eine einfache Überprüfung der programmierten Muster und Konturen. Den Winkel der geschwenkten Ebene sowie den Schwenkwinkel der B-Achse zeigt die CNC PILOT in der Satzanzeige der Simulation an.

Flexibler Werkzeugeinsatz mit der B-Achse

Ist Ihre Drehmaschine mit einer B-Achse ausgestattet, nutzen Sie Ihre Drehwerkzeuge wesentlich flexibler als bisher. Während Sie auf konventionellen Drehmaschinen für die Längs- und Planbearbeitung auf Haupt- und Gegenspindel vier unterschiedliche Werkzeuge benötigen, erledigen Sie diese Arbeiten bei Einsatz der B-Achse mit einem einzigen Werkzeug.

Dazu schwenken Sie die B-Achse und drehen das Werkzeug auf „Normallage“ oder „über Kopf“ – passend zur Längs- oder Planbearbeitung auf Haupt- oder Gegenspindel. Das Erledigen Sie mit einem Aufruf. Die Berechnung der Werkzeuglängen, des Einstellwinkels und der weiteren Werkzeugdaten übernimmt die CNC PILOT für Sie.

Die Flexibilität wird noch wesentlich erhöht, wenn mehrere Werkzeuge auf einem Halter montiert sind. Mit der Kombination eines Schrupp-, Schlicht- und Stechwerkzeugs erledigen Sie zum Beispiel wesentliche Teile der Dreh- und Stechbearbeitung auf Haupt- und Gegenspindel – ohne Werkzeugwechsel. Die Programmierung ist wieder sehr einfach. Sie geben an, welche Schneide des Werkzeugs eingesetzt werden soll und definieren

den Schwenkwinkel sowie die Werkzeuglage. Das reicht aus, denn die CNC PILOT kennt die Grundposition und die Daten jeder Schneide des Werkzeugs aus der Datenbank.

Aufgrund dieser Flexibilität sinkt die Anzahl der Werkzeuge und Sie sparen wertvolle Bearbeitungszeit durch Reduzierung der Anzahl Werkzeugwechsel.

Mehrschlitten-Drehmaschinen mit B-Achse

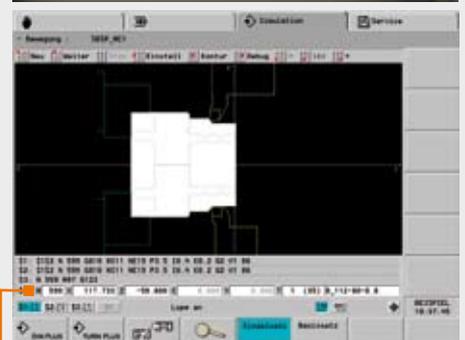
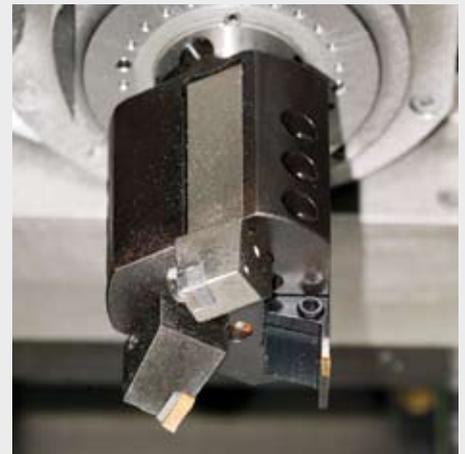
Mit der B-Achse wird nicht nur das Teilespektrum, das auf einer Drehmaschine gefertigt werden kann, erheblich erweitert – auch die Produktivität der Maschine verbessert sich auf Grund des flexiblen Werkzeugeinsatzes. Da in der Regel die B-Achse bei Drehmaschinen mit mehreren Schlitten und Spindeln eingesetzt wird, besteht die Herausforderung für den NC-Programmierer darin, die Bearbeitung optimal auf die vorhandenen Schlitten und Spindeln zu verteilen.

Diese Aufgabe unterstützt die CNC PILOT mit verschiedenen Programmier- und Kontrollfunktionen. Einfach zu programmieren ist zum Beispiel die Rückseitenbearbeitung durch Spiegeln und/oder Verschieben der Kontur sowie durch das Konvertieren spezieller NC-Befehle für die Bearbeitung mit der Gegenspindel. Außerdem gestaltet die Zuordnung von Programmabschnitten zu Schlitten oder Spindeln das NC-Programm übersichtlich.

Simulation

Die grafische Simulation der CNC PILOT 4290 unterstützt die Kontrolle komplexer Maschinen und Bearbeitungen. Die Steuerung zeigt alle Werkstücke und die Werkzeugbewegungen aller Schlitten im Simulationsfenster an. Die CNC PILOT 4290 berücksichtigt den kompletten Arbeitsraum. Werkzeuge und Spannmittel werden maßstabsgerecht dargestellt.

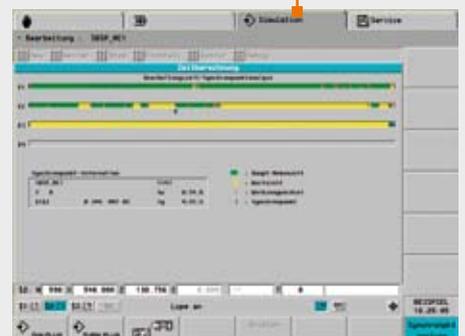
Die Simulation zeichnet sich durch große Flexibilität aus. Sie definieren, was in dem Simulationsfenster dargestellt wird. In der „Fensterauswahl“ legen Sie fest, ob die Drehbearbeitung, die Stirnfläche, die Mantelfläche, die Seitenansicht mit der B-Achsbearbeitung oder eine Kombination dieser Fenster angezeigt wird.



Mit dieser Unterstützung programmieren und kontrollieren Sie selbst komplexe Mehrschlitten-Programme effektiv und umfassend – und zwar noch vor dem ersten Span.

Synchronpunktanalyse

Während der Simulation speichert die CNC PILOT 4290 die Haupt-, Neben- und Wartezeiten sowie alle Werkzeugwechsel und Synchronpunkte. Auf Basis dieser Informationen stellt die Synchronpunktanalyse den zeitlichen Ablauf der Bearbeitung und die Abhängigkeit der Schlitten untereinander dar. Damit wird der Ablauf der Werkstückbearbeitung transparent – Grundlage für den NC-Programmierer, die Werkstückbearbeitung zu analysieren und zu optimieren.



e-learning für CNC-Fachkräfte und für die berufliche Ausbildung

- Grundlagen der CNC-Programmierung
- Grundlagen der Schwenkbearbeitung
- Neu: Grundlagen der Tastsystemanwendungen

Projekt MITS

Seit 2004 haben Mitarbeiter der Technischen Schulung von HEIDENHAIN im Rahmen des Programms „Leonardo da Vinci“* zusammen mit Partnern aus Belgien, Luxemburg, Spanien und Ungarn ein Konzept für ein **Modulares Interaktives Trainings System MITS** für Mechatroniker entwickelt und für die CNC-Grundlagenschulung in die Praxis umgesetzt.

Modular

Das e-learning System besteht aus einzelnen Lerneinheiten, die jeweils ein bestimmtes Lernziel haben.

Die modulare Struktur erlaubt es, Kurse zu erstellen, die genau auf die Bedürfnisse der Lernenden abgestimmt sind.

Interaktiv

Für Abläufe und animierte Grafiken werden interaktive Flash-Simulationen verwendet, die dem Lernenden erlauben, die Animation zu beeinflussen.

Praxisorientierter e-learning Inhalt

Realitätsnahe Lerneinheiten werden durch interaktive Szenen (Bilder, Videos, Animationen) vermittelt, die eine „hands on“ Lernerfahrung ermöglichen, indem sie den Lernenden auch erlauben, Fehler zu machen und aus diesen zu lernen.

* „Leonardo da Vinci“ ist das Aktionsprogramm der Europäischen Union für die berufliche Bildung.

Von e-learning Einheiten zu einem e-learning Kurs

Ein Kurs wird in einer e-Library oder Repository zusammengestellt, in der man alle e-learning Einheiten findet. Der daraus resultierende Kurs kann dann in jeder Schul-Lernumgebung genutzt werden.

TNC Training, Version 3

In der neuen, dritten Ausgabe des HEIDENHAIN e-learning Programms TNC Training werden nun auch die Grundlagen der Tastsystemanwendungen im CNC-Bereich vermittelt.

Das komplette Programm enthält jetzt folgende Lerneinheiten:

Grundlagen der NC Programmierung:

- Bezugssysteme
- NC-Achsen
- Werkzeuge
- Die TNC
- Programmiergrundlagen
- Häufig benötigte Funktionen

Grundlagen der Schwenkbearbeitung:

- Programmiergrundlagen
- Werkzeugkorrekturen
- Einsatz im Werkzeug und Formenbau

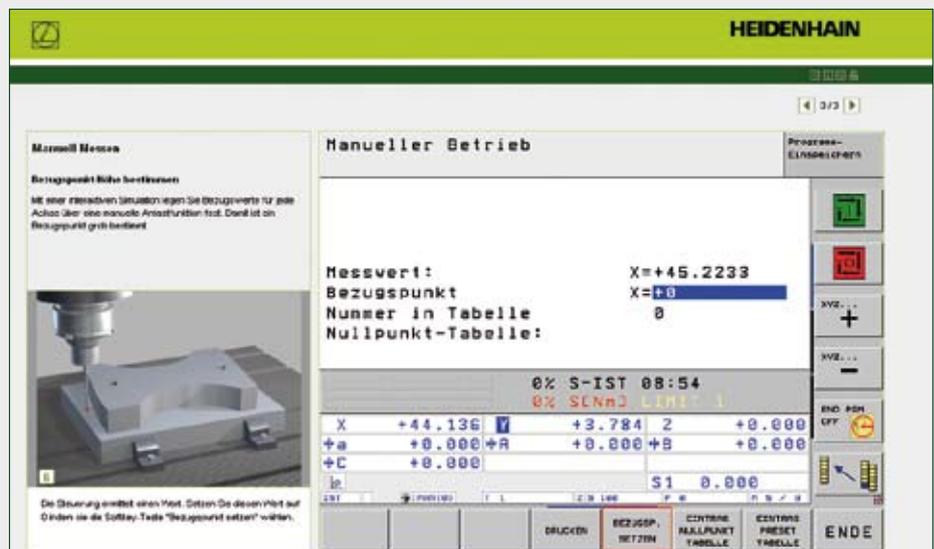
Neu: Tastsystem Anwendungen

- Messen am Werkstück
- Werkzeuge vermessen.

Der Anwender kann zwischen folgenden Sprachen wählen: Deutsch, Englisch, Französisch, Spanisch, Italienisch, Niederländisch, Ungarisch, Tschechisch und Chinesisch.

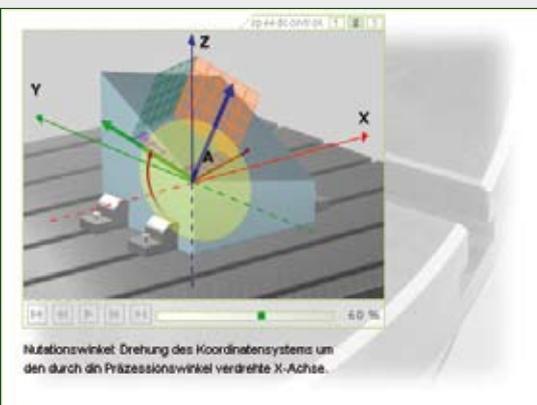
Das e-Learning Programm steht auch im Internet im Bereich Services - Schulung zur Verfügung.

Selbstverständlich gibt es auch eine DVD-Version die ebenfalls kostenlos bei HEIDENHAIN angefordert werden kann.



Das TTC Varelerhafen

Seit 2004 ist das Technologie Transfer Center Varelerhafen in Deutschland der nördlichste autorisierte Schulungspartner von HEIDENHAIN. Heute nehmen Interessenten aus über 500 km Entfernung an TNC-Programmierschulungen des TTC teil, primär wegen der Praxisnähe der angebotenen Qualifizierungsmaßnahmen.



Für Kursteilnehmer an den Kursen Basis iTNC 530, Schwenkbearbeitung und Tastsystemzyklen wird die DVD automatisch mit der Anmeldebestätigung an den Kursteilnehmer geschickt, damit er sich bereits vor Kursbeginn auf den jeweiligen Kurs selbständig vorbereiten kann.

Gründung des TTC: Erfolg mit eigenem Schulungskonzept

Die Geburtsstunde des TTC basierte auf der Idee der Deharde-Maschinenbau, Facharbeiter und Auszubildende in Theorie und Praxis möglichst bedarfsorientiert und effizient aus- und weiterzubilden. Seit der Gründung im Dezember 2003 hat sich das Technologie Transfer Center Varelerhafen - kurz TTC - als privates, überbetriebliches Schulungszentrum zu einer festen Größe mit praxisgeprägtem Kursangebot in Deutschland entwickelt. Das TTC Varelerhafen gehört zu den aktivsten autorisierten Schulungspartnern von HEIDENHAIN.

Facharbeiter erweitern ihr Know-how

„Wir wissen, dass motivierte und kompetente Mitarbeiter gerade im produzierenden und verarbeitenden Gewerbe die wichtigste Ressource sind“, erklärt Holger Hoffmann, Gesellschafter des TTC.

Das Technologie Transfer Center bietet dafür eine breite Palette an Schulungen – vom Tagesseminar bis zum einwöchigen Kurs entweder am Standort Varel oder bei den Kunden vor Ort. Dabei werden alle wichtigen Bereiche, vom CNC-Fräsen über CAD/CAM bis zur Steuerungstechnik und Pneumatik abgedeckt. Beim TTC steht der Bezug zum realen Werksgeschäft eindeutig im Mittelpunkt. Die Trainer verfügen über langjährige Praxiserfahrung. Geschult wird auf modernsten Maschinen und Anlagen namhafter Hersteller. Dafür steht der umfangreiche Maschinenpark von Deharde-Maschinenbau zu Verfügung.

Zusammenfassend stellt sich das Schulungskonzept des TTC wie folgt dar:

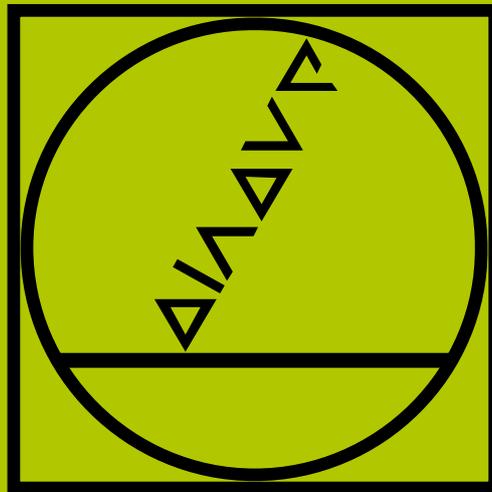
- Flexible Kurszeiten - individuelle kurzfristige Terminabsprache möglich
- Qualität statt Quantität – Kleingruppen mit maximal 4 Teilnehmern
- Freie Wahl des Schulungsortes: „Wir kommen zu Ihnen oder Sie kommen zu uns“
- Praktiker unterrichten Praktiker
- Professionelle Trainer – langjährige erfahrene Meister und Ingenieure
- Umfangreicher Maschinenpark, z.B. drei DMG 5-Achs-CNC-Zentren
- Fundiertes Wissen – zu jedem Kurs erhalten die Teilnehmer gut verständliche Seminar-Unterlagen

Weitere Informationen und eine Übersicht der Kursangebote sind im Internet unter www.tectransfer.de zu finden. Natürlich stehen die Mitarbeiter des TTC auch gerne für Fragen zur Verfügung unter Tel. (04451) -9133550





**Achtung! Werkzeugmaschinen ohne
Längenmessgeräte können ungenau sein.**



HEIDENHAIN setzt ein Zeichen für Präzision.

Werkzeugmaschinen ohne Längenmessgeräte nutzen die Steigung der Vorschubspindel als Maßverkörperung. Gleichzeitig überträgt die Vorschubspindel enorme Kräfte, verformt und erwärmt sich aufgrund hoher Verfahrensgeschwindigkeiten. Folge: Die Positionswerte werden ungenau. Werkzeugmaschinen mit Längenmessgeräten sind statisch, dynamisch und thermisch genauer. Vorteile, die wir mit einem Zeichen für Sie sichtbar machen. Die meisten an Werkzeugmaschinen eingesetzten Längenmessgeräte tragen es: unser Zeichen für Präzision. Nähere Infos unter: www.heidenhain-setzt-ein-zeichen.de

Winkelmessgeräte + **Längenmessgeräte** + Bahnsteuerungen + Positionsanzeigen + Messtaster + Drehgeber

Besuchen Sie uns auf der EMO in Hannover 17.09. bis 22.09.2007 Halle 25, Stand E18.

Wir laden Sie ein. Einfach das Zeichen für Präzision ausschneiden und am Bahnhof Laatzen gegen eine EMO-Eintrittskarte eintauschen.