



HEIDENHAIN



TNC 640

Die Bahnsteuerung für
Bearbeitungszentren und
Fräs-Dreh-Maschinen



September 2015



Die in diesem Prospekt beschriebenen Funktionen und technischen Daten gelten für die TNC 640 mit NC-SW 34059x-06

Inhalt

Die TNC 640...

Wo ist sie einsetzbar?	Vielseitig verwendbar – die TNC-Bahnsteuerung für Fräs- und Fräs-Dreh-Maschinen	4
Wie sieht sie aus?	Übersichtlich und anwenderfreundlich – die TNC 640 im Dialog mit dem Benutzer – die funktionale Benutzeroberfläche	6
Was kann sie?	Komplett bearbeiten – Fräsen und Drehen auf einer Maschine	10
	Konturtreu, schnell und zuverlässig bearbeiten – Dynamic Precision – die TNC 640 führt das Werkzeug optimal	12
	Bearbeiten mit fünf Achsen – geführte Werkzeugspitze – Schwenkkopf und Rundtisch von der TNC 640 gesteuert	16
	Intelligent bearbeiten – Dynamische Kollisionsüberwachung DCM – Dynamic Efficiency – Aktive Ratter-Unterdrückung ACC – Adaptive Vorschubregelung AFC – beliebige Konturnuten im Wirbelfräsverfahren herstellen	20
	Rüstzeiten minimieren – die TNC 640 macht das Einrichten einfach	26
	Automatisiert bearbeiten – die TNC 640 misst, verwaltet und kommuniziert	28
Wie wird sie programmiert?	Programmieren, editieren, testen – mit der TNC 640 haben Sie alle Möglichkeiten – grafische Unterstützung in jeder Situation	30
	In der Werkstatt programmieren – eindeutige Funktionstasten für komplexe Konturen – Konturen frei programmieren – praxisgerechte Zyklen für wiederkehrende Bearbeitungen – praxisgerechte Drehzyklen – programmierte Konturelemente wieder verwenden – alle Informationen schnell verfügbar	32
	Offen für externe Informationen – die TNC 640 verarbeitet DXF-Dateien – schnelle Datenübertragung mit der TNC – die TNC 640 integriert sich in Ihre Prozesskette – der Programmierplatz TNC 640	40
Welches Zubehör gibt es?	Werkstücke vermessen – Einrichten, Bezugspunkt-Setzen und Messen mit schaltenden Tastsystemen	45
	Werkzeuge vermessen – Länge, Radius und Verschleiß direkt in der Maschine erfassen	46
	Maschinengenauigkeit prüfen und optimieren – Drehachsen vermessen mit KinematicsOpt	47
	Positionieren mit dem Handrad – feinfühliges Verfahren der Achsen	48
... auf einen Blick	Übersicht – Benutzer-Funktionen, Zubehör, Optionen, Technische Daten, Steuerungsvergleich	49

Vielseitig verwendbar

– die TNC-Bahnsteuerung für Fräs- und Fräs-Dreh-Maschinen

Seit über 35 Jahren bewähren sich die TNC-Steuerungen von HEIDENHAIN im täglichen Einsatz an Fräsmaschinen, Bearbeitungszentren und Bohrmaschinen. In diesem Zeitraum wurden die Steuerungen zwar kontinuierlich weiterentwickelt, das grundlegende Bedienkonzept blieb jedoch erhalten.

Diese Grundsätze finden Sie auch bei der TNC 640 umgesetzt, der HEIDENHAIN-Bahnsteuerung für Fräs- und Fräs-Dreh-Bearbeitungen: werkstatorientierte Programmierung mit grafischer Unterstützung, viele praxiserprobte Zyklen und ein Bedienkonzept, das Sie auch von anderen HEIDENHAIN-Steuerungen gewohnt sind.

Werkstattgerechte Programmierung

Herkömmliche Fräs-, Bohr- und mit der TNC 640 auch Drehbearbeitungen programmieren Sie an der Maschine selbst – im Klartext, der werkstatorientierten Programmiersprache von HEIDENHAIN. Die TNC 640 unterstützt Sie optimal mit praxisorientierten Dialogen und aussagekräftigen Hilfsbildern, selbstverständlich auch bei der Drehbearbeitung.

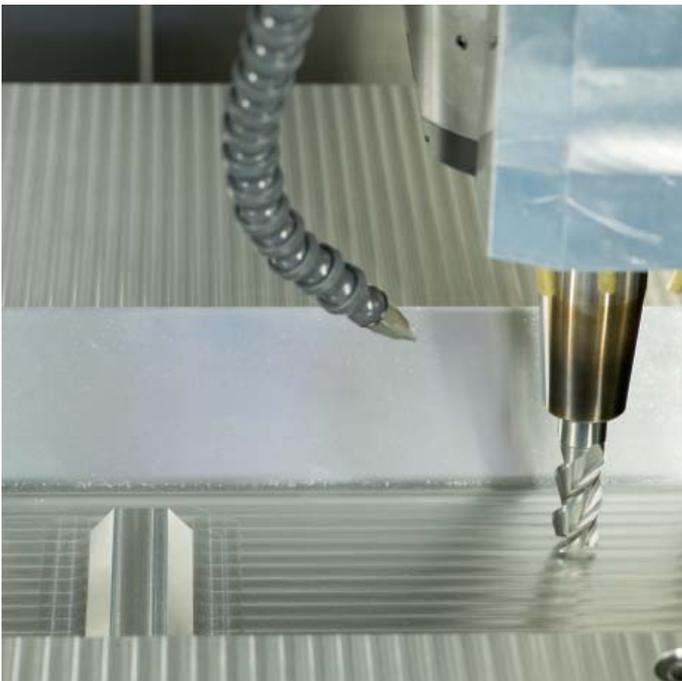
Bei Standardbearbeitungen, aber auch bei komplexen Anwendungen, können Sie auf eine Vielzahl von praxiserprobten Zyklen zur Bearbeitung oder Koordinatenumrechnung zurückgreifen.

Einfache Bedienung

Für einfache Arbeiten – z. B. das Planfräsen oder Plandrehen von Flächen – brauchen Sie an der TNC 640 kein Programm zu schreiben. Sie lässt sich nämlich genauso einfach manuell verfahren – mit den Achstasten oder besonders feinfühlig mit dem elektronischen Handrad.

Externe Programmerstellung

Genauso gut lässt sich die TNC 640 extern programmieren. Ihre Ethernet-Schnittstelle garantiert kürzeste Übertragungszeiten selbst bei langen Programmen.



Universell einsetzbar

Die TNC 640 eignet sich besonders für Fräs-Dreh-, HSC- und 5-Achs-Bearbeitungen an Maschinen mit bis zu 18 Achsen. Für folgende Anwendungsgebiete zeichnet sich die TNC 640 besonders aus:

Fräs-Dreh-Maschinen

- Einfacher, programmgesteuerter Wechsel zwischen Fräs- und Drehbearbeitung
- Umfangreiches Drehzyklenpaket
- Konstante Schnittgeschwindigkeit
- Schneidenradius-Kompensation

Universal-Fräsmaschine

- Werkstattprogrammierung im HEIDENHAIN-Klartext
- schnelles Bezugspunkt-Setzen mit HEIDENHAIN-Tastensystem
- elektronisches Handrad

Hochgeschwindigkeitsfräsen

- schnelle Satzverarbeitung
- kurze Regelkreis-Zykluszeit
- ruckgeglättete Bewegungsführung
- hohe Spindeldrehzahl
- schnelle Datenübertragung

Bohrwerk

- Zyklen zum Bohren und Ausspindeln
- schräge Bohrungen herstellen
- Ansteuerung von Pinolen (parallele Achsen)

5-Achs-Bearbeitung mit Schwenkkopf und Rundtisch

- Schwenken der Bearbeitungsebene
- Zylindermantel-Bearbeitung
- TCPM (Tool Center Point Management)
- 3D-Werkzeug-Korrektur
- schnelles Abarbeiten durch kurze Satzverarbeitungszeit

Bearbeitungszentrum und automatisierte Bearbeitung

- Werkzeugverwaltung
- Palettenverwaltung
- gesteuertes Bezugspunkt-Setzen
- Bezugspunkt-Verwaltung
- automatische Werkstückvermessung mit HEIDENHAIN-Tastensystem
- automatische Werkzeugvermessung und Bruchkontrolle
- Leitrechner-Anbindung



Übersichtlich und anwenderfreundlich

– die TNC 640 im Dialog mit dem Benutzer

Der Bildschirm

Der große TFT-Farb-Flachbildschirm mit 19 Zoll Diagonale zeigt übersichtlich alle Informationen, die zur Programmierung, Bedienung und Kontrolle von Steuerung und Maschine benötigt werden: Programmsätze, Hinweise, Fehlermeldungen etc. Zusätzliche Informationen bietet die grafische Unterstützung bei der Programmeingabe, beim Programm-Test und bei der Bearbeitung.

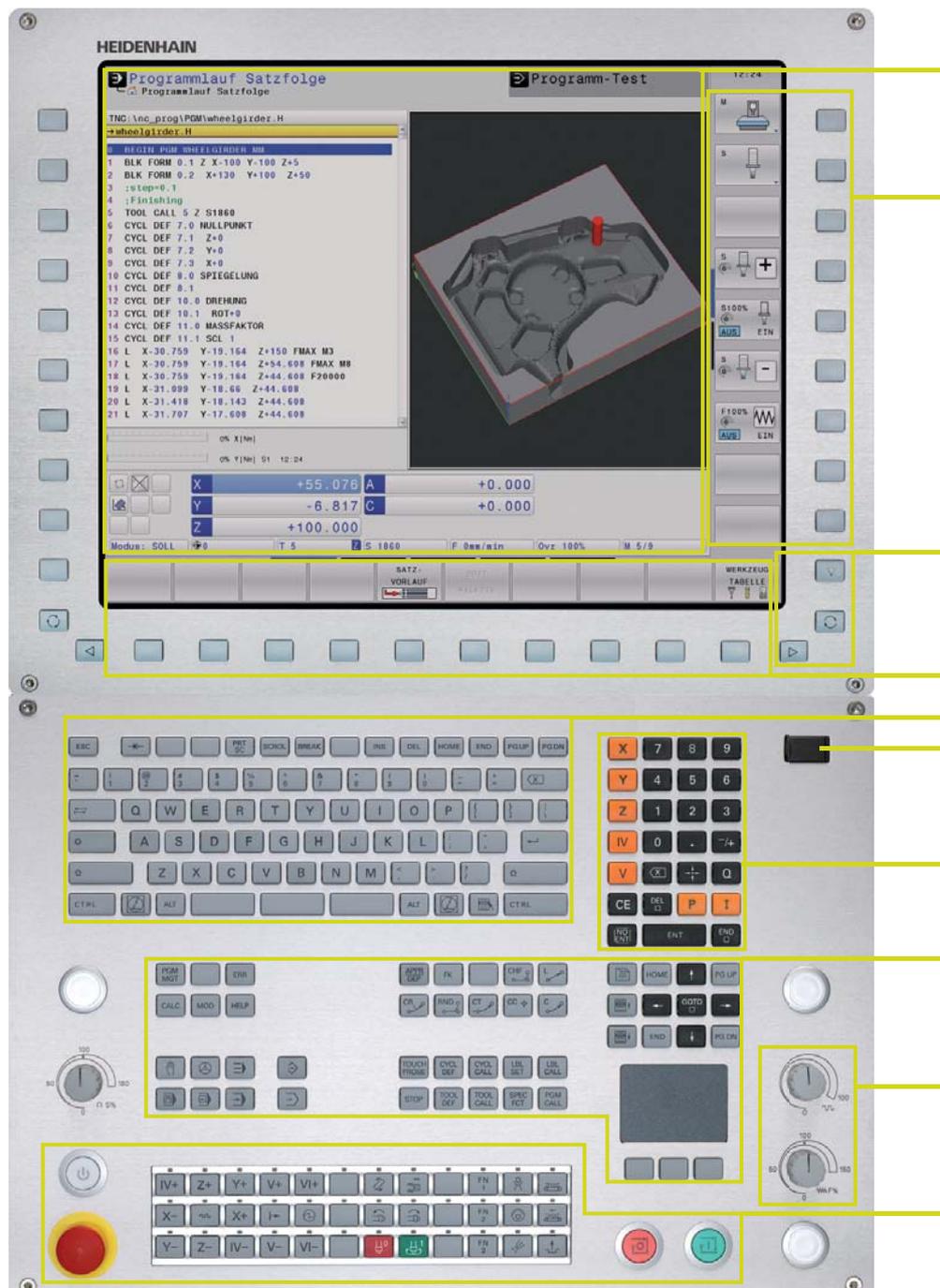
Per „Split-Screen“ können Sie sich auf der einen Bildschirmhälfte die NC-Sätze anzeigen lassen, auf der anderen Bildschirmhälfte die Grafik oder die Statusanzeige.

Während des Programmlaufs stehen Ihnen am Bildschirm immer Statusanzeigen zur Verfügung, die Sie über die Werkzeugposition, das aktuelle Programm, die aktiven Zyklen und Koordinaten-Umrechnungen etc. informieren. Ebenso zeigt Ihnen die TNC 640 die aktuelle Bearbeitungszeit an.

Das Bedienfeld

Wie bei allen TNCs von HEIDENHAIN ist das Bedienfeld am Programmiervorgang orientiert. Die zweckmäßige Anordnung der Tasten mit klarer Aufteilung in die **Funktionsgruppen** Programmierbetriebsarten, Maschinenbetriebsarten, Verwalten/TNC-Funktionen und Navigation unterstützt Sie bei der Programmeingabe. Einfache Tastenbelegung, leicht verständliche Symbole oder Abkürzungen kennzeichnen die Funktionen klar und deutlich.

Über die **Alpha-Tastatur** geben Sie Kommentare oder DIN/ISO-Programme komfortabel ein. Das integrierte **Maschinenbedienfeld** verfügt über leicht austauschbare Clips-Tasten, die eine einfache Anpassung an die jeweilige Maschinenkonfiguration erlauben. Mit den **Override-Potentiometern** können Sie Vorschub, Eilgang und Spindel-drehzahl feinfühlig anpassen. Zudem verfügt das Bedienfeld über einen kompletten **PC-Tastensatz** und ein **Touch-Pad**, das sich z. B. zum Bedienen des DXF-Konverters oder des CAD-Viewers nutzen lässt.



Bildschirminhalt mit Anzeige von zwei Betriebsarten, Programmanzeige, Grafikdarstellung, Maschinenstatus

PLC-Funktionstasten (Softkeys) für Maschinenfunktionen

Tasten für **Bildschirm-Management** (Bildschirm-Aufteilung), Betriebsart und Softkey-Leisten umschalten

Selbsterklärende **Funktionstasten** (Softkeys) für die NC-Programmierung

Alpha-Tastatur für Kommentare oder DIN/ISO-Programme und **PC-Tastensatz** zum Bedienen von Betriebssystem-Funktionen.

USB-Anschluss für zusätzliche Datenspeicher oder Zeigegeräte

Achswahl-Tasten und **Zehnerblock**

Funktionstasten für Programmierbetriebsarten, Maschinenbetriebsarten, TNC-Funktionen, Verwalten und Navigation

Override-Potentiometer für Vorschub, Eilgang und Spindeldrehzahl

Maschinenbedienfeld mit Clips-Tasten und Leuchtdioden

Ergonomisch und edel, modern und lang bewährt – HEIDENHAIN-Steuerungen im neuen Design. Urteilen Sie selbst:

Dauerhaft

Das hochwertige Edelstahl-Design der TNC 640 ist mit einer speziellen Schutzschicht versehen und daher besonders unempfindlich gegen Verschmutzung und Abrieb.

Geschmeidig

Die rechteckigen, leicht abgerundeten Tasten sind angenehm für die Finger und sicher zu bedienen. Ihre abriebfeste Beschriftung trotz auch extremer Werkstattbelastung.

Flexibel

Das integrierte Maschinenbedienfeld ist mit leicht austauschbaren Clips-Tasten versehen.

Sicher

Das erhabene ausgeführte Tastenbett des Maschinenbedienfelds schützt vor versehentlichem Betätigen. Leuchtdioden als Statusanzeigen über jeder Taste informieren eindeutig über die aktiven Maschinenfunktionen.

Vielseitig

Softkeys sowohl für Programmier- als auch für Maschinenfunktionen zeigen immer nur die aktuell verfügbare Auswahl.

Gefühlvoll

Mit den griffigen Drehknöpfen passen Sie Vorschub, Eilgang und Spindeldrehzahl individuell an.

Kommunikativ

Über die schnelle USB-2.0-Schnittstelle schließen Sie Speichermedien oder Zeigegeräte direkt und unkompliziert am Bedienfeld an



Übersichtlich und anwenderfreundlich

– die funktionale Benutzeroberfläche

Eine übersichtliche Bildschirmdarstellung ist neben der eindeutigen und ergonomisch sinnvoll gestalteten Tastatur das A und O für ein sicheres und ermüdungsfreies Arbeiten. Grundsätze, denen HEIDENHAIN-Steuerungen seit jeher genügen. Dennoch weist die TNC 640 eine Reihe erwähnenswerter Merkmale auf, die das Arbeiten mit der Steuerung noch einfacher und benutzerfreundlicher gestalten.

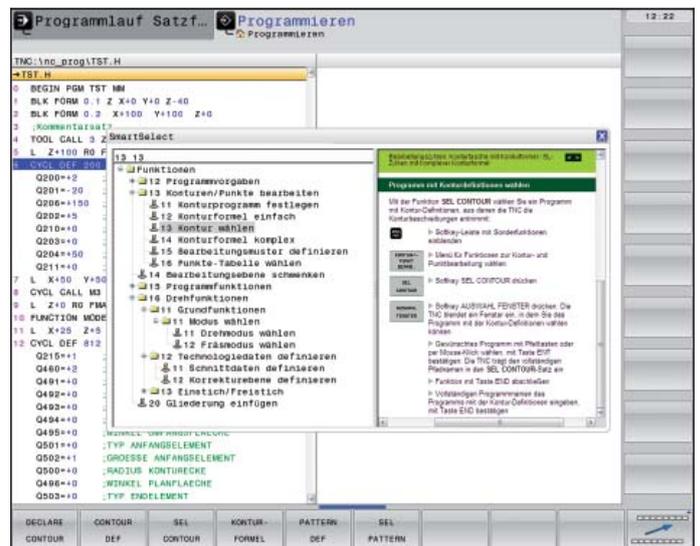
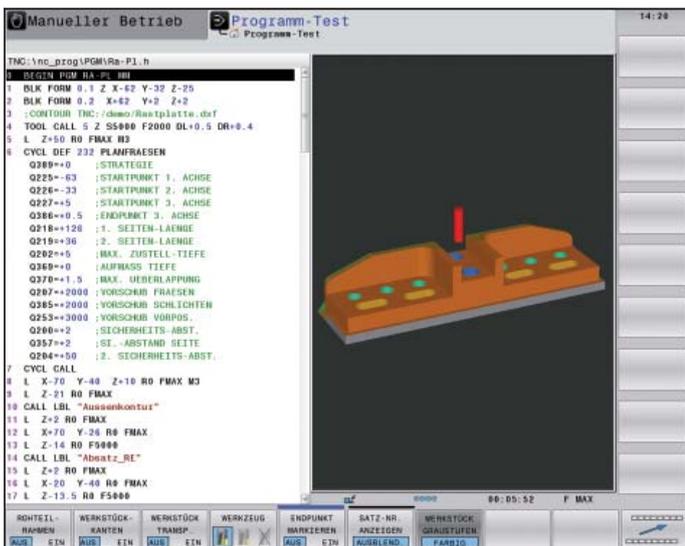
Gefällige Darstellung

Die Benutzeroberfläche der TNC 640 verfügt über ein moderneres Erscheinungsbild mit leicht gerundeten Formen, Farbverläufen und einer homogen wirkenden Schriftart. Unterschiedliche Bildschirmbereiche sind klar voneinander getrennt, die Betriebsarten sind zusätzlich mit den jeweiligen Betriebsartensymbolen gekennzeichnet.

Um Fehlermeldungen in Bezug auf ihre Wichtigkeit besser voneinander unterscheiden zu können, zeigt die TNC 640 diese in kategorisierenden Farben an. Zudem wird noch ein ebenfalls farblich differenzierendes Warndreieck angezeigt.

Schnelle Funktionsübersicht

Mit **smartSelect** wählen Sie dialogunterstützt schnell und einfach Funktionen aus, die bisher ausschließlich über Softkey-Strukturen erreichbar waren. Schon bei der Anwahl von smartSelect zeigt eine Baumstruktur alle Unterfunktionen an, die im aktuellen Betriebszustand der Steuerung definierbar sind. Darüber hinaus blendet die TNC im rechten Teil des smartSelect-Fensters die integrierte Hilfe ein. So erhalten Sie durch Cursor-Auswahl oder per Mausclick sofort Detailinformationen zur entsprechenden Funktion. smartSelect steht bei der Definition von Bearbeitungszyklen, Tastsystem-Zyklen, Sonderfunktionen (SPEC FCT) und der Parameterprogrammierung zur Verfügung.



Farblich strukturierte Programme

Der Inhalt einer Programmzeile kann recht umfangreich sein: Zeilennummer, Programmfunktion, Eingabewerte, Kommentar. Damit Sie auch in komplexen Programmen immer den Überblick behalten, sind bei der TNC 640 die einzelnen Programmelemente farblich unterschiedlich gestaltet. Die farbige Syntax-Hervorhebung verbessert die Übersicht beim Editieren von NC-Programmen. So sehen sie auf einen Blick, wo z. B. die editierbaren Eingabewerte stehen.

Einheitlicher Tabellen-Editor

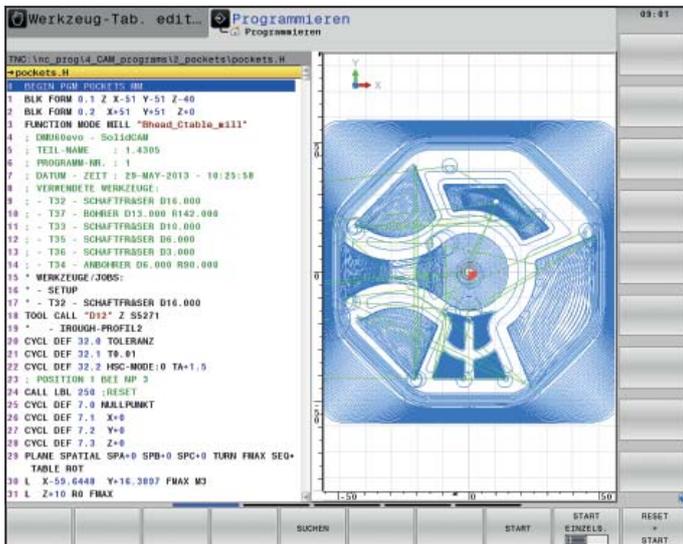
Egal, welche Tabelle sie bearbeiten – ob Werkzeug-, Bezugspunkt- oder Paletten-Tabelle – Aussehen, Funktion und Handhabung des Tabellen-Editors sind in allen Fällen gleich.

Info-Zeile

In der Info-Zeile zeigt die TNC 640 den jeweiligen Unterbetriebsarten-Zustand an und hilft so die Orientierung zu verbessern. Die Funktion ist vergleichbar mit der Verlaufsfunction aus Web-Browsern.

MOD-Funktion

Die Zusatzbetriebsart MOD bietet unabhängig von der aktiven Betriebsart unterschiedlichste Einstellmöglichkeiten in einem standardisierten Layout.



T	ZL	DKL	DZL	RS	TD	ORI	T-ANGLE	P
2	15.6	112	0	0	1.5	1	90	0
3	27.4	98.55	0.1	0.1	1.2	1	90	0
4	0	125.5	0	0	1.4	1	90	0
5	15.6	112	0	0	1.1	1	90	0
6	27.4	98.55	0.3	0.1	0.75	1	90	0
7	0	125.5	0	0	1	1	90	0
8	15.6	112	0	0	1	1	90	0
9	27.4	98.55	0.15	0.25	1.2	1	90	0
10	0	125.5	0	0	1	1	90	0
11	15.6	112	0	0	1.4	1	90	0
12	27.4	98.55	0	0	0.75	1	90	0
13	0	112	0	0	1.4	1	90	0
14	15.6	98.55	0.2	0	1.2	1	90	0
15	27.4	0	0	0.33	1.4	1	90	0
16	0	98.55	0	0	1.1	1	90	0
17	15.6	125.5	0	0	0	1	90	0
18	27.4	112	0	0	1.2	1	90	0
19	0	125.5	0	0	0.75	1	90	0
20	15.6	112	0	0	0	1	90	0
21	27.4	0	0	0	1.1	1	90	0
22	0	98.55	0	0	1.2	1	90	0
23	15.6	112	0	0	1.1	1	90	0
24	27.4	98.55	0	0	0.75	1	90	0
25	0	125.5	0	0	1.4	1	90	0
26	15.6	112	0	0	1.2	1	90	0
27	27.4	98.55	0	0	1.1	1	90	0
28	0	0	0	0	1.4	1	90	0

Komplett bearbeiten

– Fräsen und Drehen auf einer Maschine (Option)

Ihr Werkstück muss neben der komplexen Fräsbearbeitung auch für einige Bearbeitungsschritte auf eine Drehmaschine? Maschinenkapazität planen, Spannvorrichtungen erstellen, Werkstück einspannen und einrichten, Fertigteil vermessen? Die TNC 640 hilft Ihnen hier viel Zeit zu sparen: Auf einer Fräs-Dreh-Maschine mit TNC 640 bearbeiten Sie das Werkstück komplett aus einem Guss: Fräsen – Drehen – Fräsen in beliebiger Reihenfolge. Und am Schluss vermessen Sie dieses komplett auf einer Maschine gefertigte Werkstück mit einem HEIDENHAIN-Tastsystem.

Die TNC 640 bietet Ihnen leistungsfähige Funktionen, mit denen Sie auf ganz einfache Weise programmgesteuert im NC-Programm beliebig zwischen Dreh- und Fräsbetrieb wechseln können. So entscheiden Sie vollkommen frei, wie und wann Sie beide Bearbeitungsmethoden miteinander kombinieren wollen. Und natürlich geschieht das Umschalten vollkommen unabhängig von der Maschine und ihrer Achskonfiguration. Die TNC 640 übernimmt beim Umschalten alle intern erforderlichen Änderungen, wie z.B. das Umstellen auf Durchmesser-Anzeige, das Setzen des Bezugspunktes in die Drehtisch-Mitte und auch maschinenabhängige Funktionen, wie das Klemmen der Werkzeugspindel*.

Programmieren wie gewohnt

Die Drehbearbeitungen programmieren Sie – wie gewohnt – komfortabel und dialoggeführt im HEIDENHAIN-Klartext. Neben den Standard-Bahnfunktionen können Sie zur Definition der Drehkontur auch die Freie Konturprogrammierung FK verwenden, mit der sich nicht NC-gerecht bemaßte Konturelemente auf einfache Weise erstellen lassen. Darüber hinaus stehen Ihnen auch die drehspezifischen Konturelemente Einstich und Freistich zur Verfügung, die unterstützt durch aussagekräftige Hilfsbilder definierbar sind.

Wenn die Kontur im DXF-Format vorliegt, können Sie diese einfach mit Hilfe des DXF-Konverters (Option) importieren.

* Die Maschine muss vom Maschinenhersteller für diese Funktion angepasst werden.



Zyklen fürs Fräsen und Drehen

HEIDENHAIN-Steuerungen sind von jeher für ihr umfangreiches und technologisch anspruchsvolles Zyklenpaket bekannt. Häufig wiederkehrende Bearbeitungen, die mehrere Schritte umfassen, sind auch in der TNC 640 als Zyklen gespeichert. Sie programmieren dialoggeführt und unterstützt durch aussagekräftige Hilfsbilder, welche die erforderlichen Eingabeparameter anschaulich darstellen. Neben den bekannten TNC-Fräs- und Bohrzyklen verfügt die TNC 640 auch über eine Vielzahl von Drehzyklen, beispielsweise zum Schruppen, Schlichten, Einstechen, Gewindedre-

hen und zum Stechdrehen. Die Software-Basis der Drehfunktionen wurde aus den bewährten HEIDENHAIN-Drehsteuerungen übernommen. Damit programmieren Sie auch komplexere Drehbearbeitungen ganz einfach an der Maschine.

Bei den komplexeren Konturdrehzyklen nutzt die TNC 640 dieselben Techniken, die auch beim Fräsen zum Einsatz kommen. TNC-Programmierer müssen hier also nicht umlernen, sondern können auf vorhandenem Wissen aufbauen und so schnell den Einstieg in die Welt des Drehens auf der Fräsmaschine finden.

Interpolationsdrehen

Ringnuten, Einstiche, Kegel oder beliebige Drehkonturen können Sie nicht nur durch herkömmliche Drehbearbeitung herstellen, sondern auch durch Interpolationsdrehen. Beim Interpolationsdrehen führt das Werkzeug eine kreisförmige Bewegung mit den Linearachsen aus. Während dessen wird die Werkzeugschneide bei Außenbearbeitungen immer auf das Zentrum des Kreises orientiert, bei Innenbearbeitungen vom Zentrum weg. Durch Verändern des Kreisradius und der axialen Position, können somit beliebige rotationssymmetrische Körper erzeugt werden – auch in der geschwenkten Bearbeitungsebene. Die TNC 640 bietet zwei Zyklen zum Interpolationsdrehen an:

- Zyklus 291: Schaltet die Kopplung zwischen Spindel- und Achspositionen ein. Anschließend können Sie alle beliebigen Axial- und Radialbewegungen des Werkzeugs programmieren.
- Zyklus 292: Schaltet die Spindelkopplung ein und führt automatisch die Bearbeitung einer programmierten Drehkontur aus.



Konturtreu, schnell und zuverlässig bearbeiten

– Dynamic Precision

dynamic + precision

Das Steuerungskonzept der TNC 640 garantiert höchste Genauigkeit und Oberflächengüte bei zugleich hohen Bearbeitungsgeschwindigkeiten – egal, ob Sie Fräsen oder Drehen. Verantwortlich dafür sind unterschiedliche Technologien, Zyklen und Funktionen. Sie sorgen, einzeln oder miteinander kombiniert, für eine optimierte Bewegungsführung, effektive Ruckbegrenzung und dynamische Vorausberechnung der Kontur, also für perfekte Oberflächen bei kürzester Bearbeitungszeit.

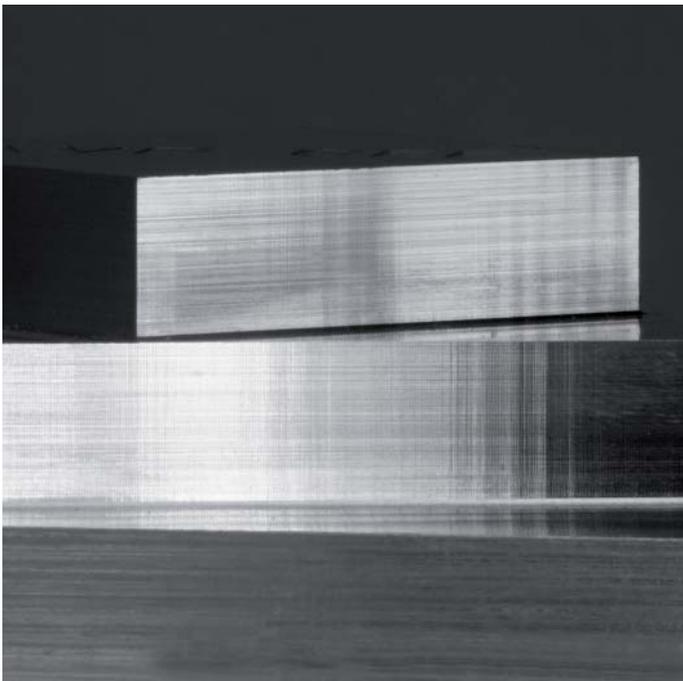
Unter dem Oberbegriff **Dynamic Precision** fasst HEIDENHAIN Lösungen für die Zerspaltung zusammen, welche die dynamische Genauigkeit einer Werkzeugmaschine erheblich verbessern können. Dabei wurden die konkurrierenden Forderungen von Genauigkeit, hoher Oberflächengüte und kurzer Bearbeitungszeit neu beleuchtet. Die dynamische Genauigkeit von Werkzeugmaschinen zeigt sich in Abweichungen am TCP (Tool Center Point) des Werkzeugs. Diese Abweichungen sind abhängig von Bewegungsgrößen wie z. B. Geschwindigkeit und Beschleunigung (auch Ruck) und resultieren unter anderem aus Schwingungen von Maschinenkomponenten.



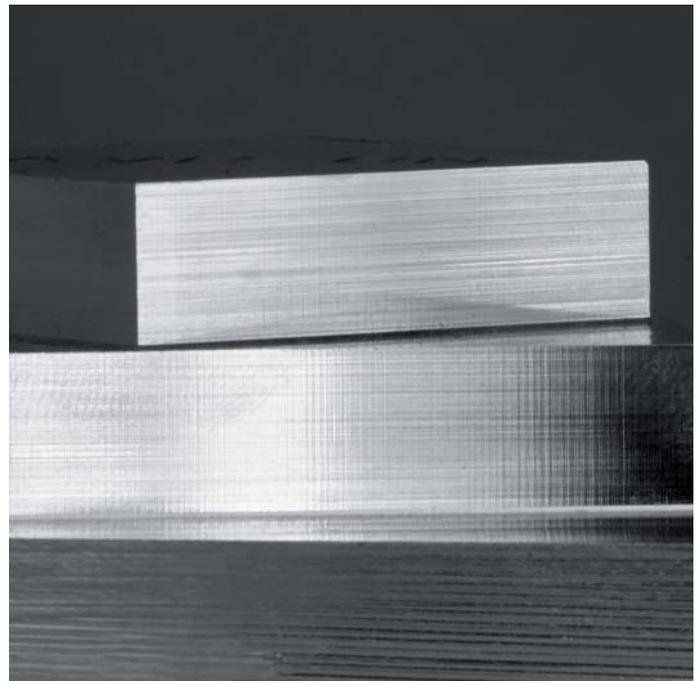
Alle Einflüsse zusammen sind mitverantwortlich für Maßabweichungen und Fehler auf der Oberfläche von Werkstücken. Sie haben somit entscheidenden Einfluss auf die Qualität und im Fall von qualitätsbedingten Ausschussteilen auch auf die Produktivität. Dynamic Precision wirkt ihnen mit intelligenter Regelungstechnologie entgegen und hilft die Qualität und Dynamik einer Werkzeugmaschine weiter zu verbessern. Das spart Zeit und Kosten in der Fertigung.

Die unter **Dynamic Precision** zusammengefassten Optionen kann der Maschinenhersteller sowohl einzeln als auch in Kombination einsetzen:

- **CTC** – Kompensation von Positionsabweichungen durch Nachgiebigkeiten der Maschine zwischen Messgerät und TCP, dadurch höhere Genauigkeit bei Beschleunigungsphasen
- **AVD** – Aktive Schwingungsdämpfung, dadurch bessere Oberflächen
- **PAC** – Positionsabhängige Anpassung von Regelparametern
- **LAC** – Lastabhängige Anpassung von Regelparametern, dadurch hohe Genauigkeit unabhängig von Beladung und Alterung
- **MAC** – Bewegungsabhängige Anpassung von Regelparametern



Schwingungen können die Oberflächenqualität signifikant beeinträchtigen



Mit AVD wird eine deutlich verbesserte Oberflächenqualität erzielt

Konturtreu, schnell und zuverlässig bearbeiten

– die TNC 640 führt das Werkzeug optimal

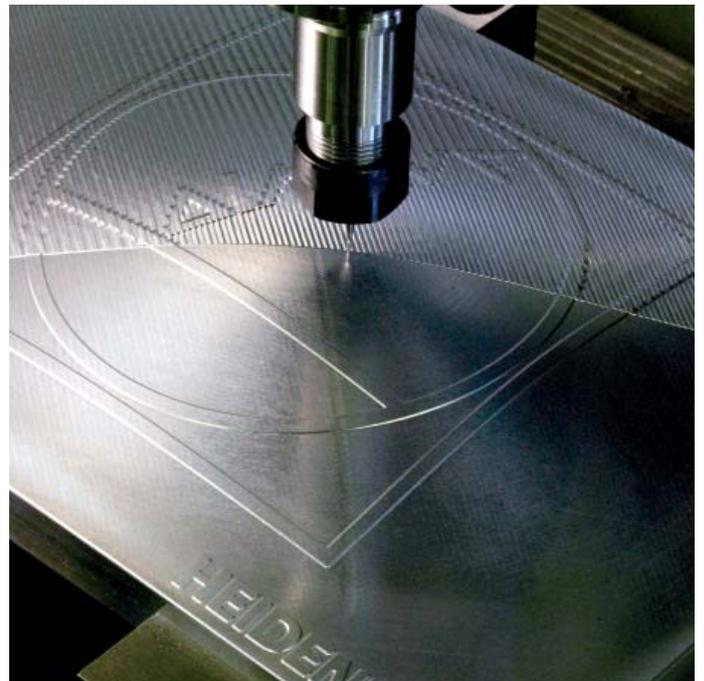
Höchste Konturtreue und Oberflächen-güte

TNC-Steuerungen von HEIDENHAIN sind bekannt für ihre **ruckgeglättete, geschwindigkeits- und beschleunigungsoptimierte Bewegungsführung**. Damit sorgen sie für immer bessere Oberflächenqualität und Werkstückgenauigkeit. Mit der TNC 640 können Sie den jüngsten Stand der Entwicklung nutzen. Die TNC 640 schaut voraus und denkt mit, sie kann die Kontur dynamisch vorausberechnen. Spezielle Filter unterdrücken zusätzlich gezielt maschinenspezifische Eigenschwingungen.

Im **Look Ahead** erkennt die TNC 640 rechtzeitig Richtungsänderungen und passt die Verfahrgeschwindigkeit dem Konturverlauf der zu bearbeitenden Oberfläche an. Sie programmieren einfach die maximale Bearbeitungsgeschwindigkeit als Vorschub und geben über den **Zyklus 32 TOLERANZ** die maximal zulässigen Abweichungen von der idealen Kontur in die Steuerung ein. Die TNC 640 passt die Bearbeitung automatisch der von Ihnen gewählten Toleranz an. Konturbeschädigungen treten bei diesem Verfahren nicht auf.

ADP (Advanced Dynamic Prediction)

erweitert die bisherige Vorausberechnung des zulässigen maximalen Vorschubprofils. ADP gleicht Unterschiede in den Vorschubprofilen aus, die aus der Punkteverteilung auf benachbarten Bahnen insbesondere bei NC-Programmen aus CAM-Systemen resultieren. Das führt unter anderem zu einem besonders symmetrischen Vorschubverhalten auf der Vor- und Rückwärtsbahn beim bidirektionalen Schlichtfräsen und zu sehr gleichmäßigen Vorschubverläufen auf nebeneinanderliegenden Fräserbahnen.



Schnelle Bearbeitungs- und Rechenprozesse

Die kurze Satzverarbeitungszeit von maximal 0,5 ms ermöglicht es der TNC 640, Vorausberechnungen schnell durchzuführen und so die dynamischen Kenngrößen der Maschine optimal zu nutzen. Funktionen wie ADP und Look Ahead sorgen so nicht nur für höchste Konturtreue und Oberflächengüte. Sie optimieren auch die Bearbeitungszeit.

Eine der Grundlagen für die Schnelligkeit der TNC 640 ist ihr **durchgängig digitales Steuerungskonzept**. Es besteht einerseits aus der integrierten digitalen Antriebstechnik von HEIDENHAIN, andererseits sind alle Steuerungskomponenten mittels digitaler Schnittstellen miteinander verbunden – die Steuerungskomponenten über HSCI (HEIDENHAIN Serial Controller Interface), die Messgeräte über EnDat 2.2. Dadurch lassen sich höchste Vorschübe realisieren. Dabei interpoliert die TNC 640 gleichzeitig bis zu fünf Achsen. Um die erforderlichen Schnittgeschwindigkeiten zu erreichen, regelt die TNC 640 Spindeldrehzahlen bis zu **100 000 min⁻¹** digital.

Mit der leistungsfähigen 5-Achs-Bearbeitung der TNC 640 können auch komplexe 3D-Konturen wirtschaftlich gefertigt werden. Die Programme dazu werden meist extern auf CAM-Systemen erstellt und enthalten eine Vielzahl von kurzen Geradenabsätzen, die an die Steuerung übertragen werden. Die TNC 640 arbeitet mit ihrer kurzen Satzverarbeitungszeit auch komplexe NC-Programme schnell ab. Durch ihre Rechenleistung kann sie aber auch komplexe Vorausberechnungen in einfacheren NC-Programmen übernehmen. Damit ist es ganz gleich, welches Datenvolumen die NC-Programme aus Ihrem CAM-System haben: Mit der TNC 640 wird das fertige Werkstück dem erstellten Programm nahezu perfekt entsprechen.



Bearbeiten mit fünf Achsen

– geführte Werkzeugspitze

CAM-Systeme erzeugen 5-Achs-Programme über Postprozessoren. Prinzipiell enthalten solche Programme entweder alle Koordinaten der an Ihrer Maschine vorhandenen NC-Achsen oder NC-Sätze mit Flächennormalen-Vektoren. Bei der fünfachsigem Bearbeitung auf Maschinen mit drei Linearachsen und zwei zusätzlichen Schwenkachsen* steht das Werkzeug immer senkrecht zur Werkstückoberfläche oder ist in einem bestimmten Winkel zur Oberfläche gekippt (Sturzfräsen).

Unabhängig davon, welche Art von 5-Achs-Programmen Sie abarbeiten wollen, die TNC 640 führt alle erforderlichen Ausgleichsbewegungen in den Linearachsen durch, die durch Bewegungen der Schwenkachsen entstehen. Die **TCPM-Funktion** (TCPM = Tool Center Point Management) der TNC 640 – eine Weiterentwicklung der bewährten TNC-Funktion M128 – sorgt für eine optimale Werkzeugführung und vermeidet Konturverletzungen.



* Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für diese Funktionen angepasst sein.

Mit TCPM bestimmen Sie das Verhalten der von der TNC 640 automatisch berechneten Schwenk- und Ausgleichsbewegungen:

TCPM legt die **Interpolation zwischen Start- und Endposition** fest:

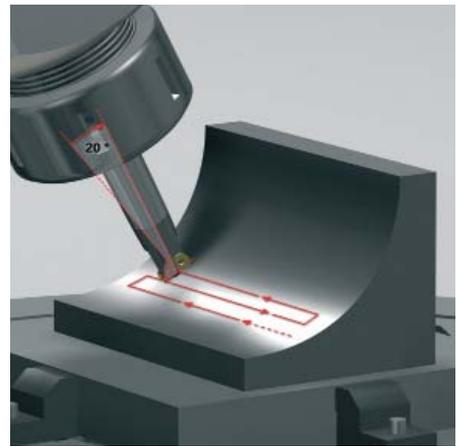
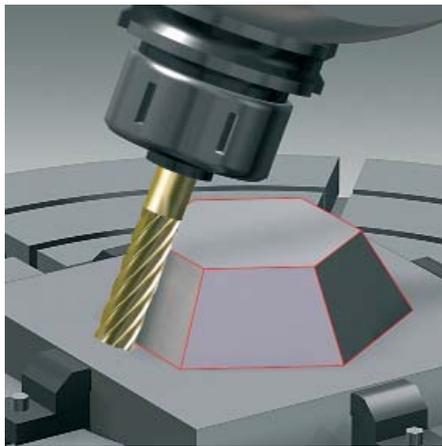
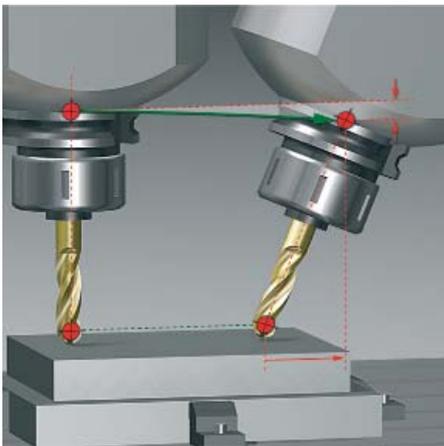
- Beim **Face Milling** – die Hauptzerspanung erfolgt mit der Stirnseite des Werkzeuges – verfährt die Werkzeugspitze auf einer Geraden. Die Mantelfläche beschreibt keine definierte Bahn, sie ist abhängig von der Maschinengeometrie.
- Beim **Peripheral Milling** erfolgt die Hauptzerspanung mit der Mantelfläche des Werkzeuges. Die Werkzeugspitze verfährt ebenfalls auf einer Geraden, zusätzlich entsteht durch die Bearbeitung mit dem Werkzeugumfang jedoch eine eindeutig definierte Ebene.

TCPM definiert die **Wirkungsweise des programmierten Vorschubes** wahlweise

- als tatsächliche Geschwindigkeit der Werkzeugspitze relativ zum Werkstück. Bei großen Ausgleichsbewegungen – bei Bearbeitungen nahe am Schwenkzentrum – können dadurch sehr hohe Achsvorschübe auftreten.
- als Bahnvorschub der im jeweiligen NC-Satz programmierten Achsen. Der Vorschub ist zwar generell niedriger, bei großen Ausgleichsbewegungen erhalten Sie jedoch bessere Oberflächen.

Die **Wirkungsweise des Sturzwinkels** beim Arbeiten mit schräg gestellten Werkzeug – für bessere Schnittverhältnisse mit einem Radiusfräser – stellen Sie ebenfalls über TCPM ein:

- Sturzwinkel als Achswinkel definiert
 - Sturzwinkel als Raumwinkel definiert
- Die TNC berücksichtigt den Sturzwinkel bei allen 3D-Bearbeitungen – auch mit 45°-Schwenkköpfen oder -tischen. Sie legen den Sturzwinkel entweder im NC-Programm mittels Zusatzfunktion fest oder stellen ihn mit Hilfe des elektronischen Handrades manuell ein. Die TNC 640 sorgt dafür, dass das Werkzeug sicher auf der Kontur bleibt und das Werkstück nicht verletzt.



Bearbeiten mit fünf Achsen

– Schwenkkopf und Rundtisch von der TNC gesteuert

Viele der auf den ersten Blick recht komplex erscheinenden 5-Achs-Bearbeitungen lassen sich auf die üblichen 2D-Bewegungen reduzieren, die lediglich um eine oder mehrere Drehachsen geschwenkt sind bzw. auf einer Zylinderfläche stattfinden. Damit Sie auch solche Programme schnell und einfach ohne CAM-System erstellen und editieren können, unterstützt Sie die TNC mit praxisgerechten Funktionen.

Schwenken der Bearbeitungsebene*

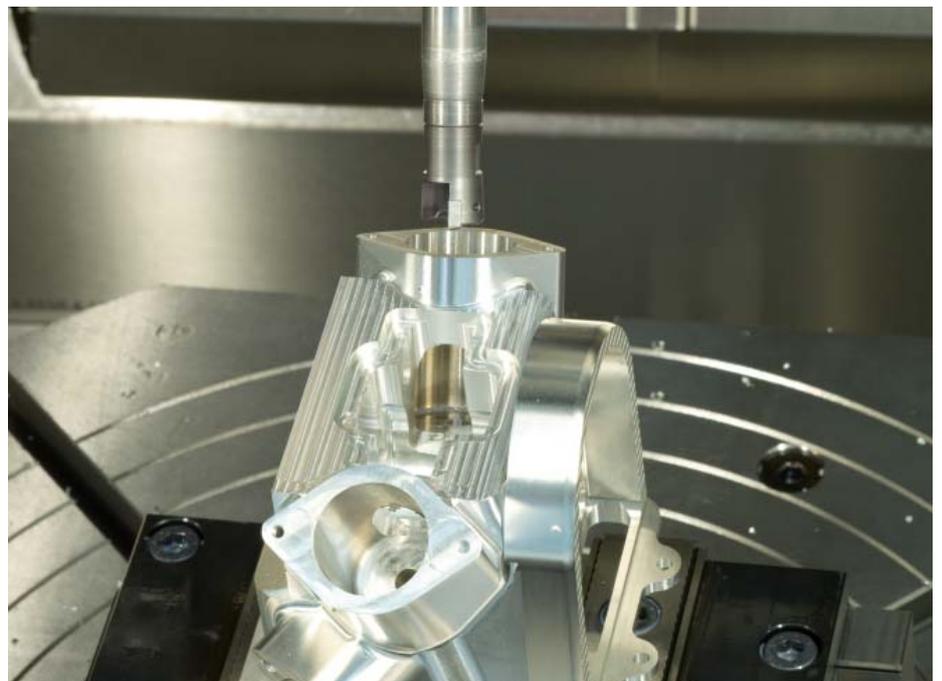
Programme für Konturen und Bohrungen auf schrägen Flächen sind meist sehr aufwändig und mit viel Rechen- und Programmierarbeit verbunden. Die TNC 640 hilft Ihnen hier viel Programmierzeit zu sparen. Sie programmieren die Bearbeitung wie gewohnt in der Hauptebene, z. B. X/Y. Die Maschine führt die Bearbeitung jedoch in einer Ebene aus, die um eine oder mehrere Drehachsen zur Hauptebene geschwenkt wurde.

Mit der PLANE-Funktion wird die Definition einer geschwenkten Bearbeitungsebene einfach: Auf sieben unterschiedliche Arten können Sie geschwenkte Bearbeitungs-

ebenen festlegen, abhängig von den Angaben in der Werkstückzeichnung. Übersichtliche Hilfsbilder unterstützen Sie bei der Eingabe.

Auch das Positionierverhalten beim Einschwenken können Sie mit der PLANE-Funktion festlegen, damit beim Abarbeiten des Programmes keine Überraschungen entstehen. Die Einstellungen für das Positionierverhalten sind bei allen PLANE-Funktionen identisch und erleichtern so die Handhabung erheblich.

* Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für diese Funktionen angepasst sein.



Zylindermantel-Bearbeitung*

Das Programmieren von Konturen – bestehend aus Geraden und Kreisen – auf zylindrischen Flächen mit Rund- und Drehtischen ist für die TNC 640 kein Problem: Sie programmieren die Kontur einfach in der Ebene, auf der Abwicklung des Zylindermantels. Die TNC 640 führt die Bearbeitung jedoch auf der Mantelfläche des Zylinders aus.

Zur Zylindermantel-Bearbeitung stellt die TNC 640 vier Zyklen zur Verfügung:

- Nut fräsen (Nutbreite entspricht Werkzeugdurchmesser)
- Führungsnut fräsen (Nutbreite größer als der Werkzeugdurchmesser)
- Steg fräsen
- Außenkontur fräsen

* Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für diese Funktionen angepasst sein.

Manuelle Achsbewegung in Werkzeugrichtung bei 5-Achs-Maschinen

Das Freifahren des Werkzeugs bei 5-Achs-Bearbeitungen ist nicht unkritisch. Die Funktion Virtuelle Werkzeugachse unterstützt Sie dabei. Damit können Sie das Werkzeug per externer Richtungstaste oder mit dem Handrad in die Richtung verfahren, in welche die Werkzeugachse momentan zeigt. Diese Funktion ist besonders dann nützlich, wenn Sie

- das Werkzeug während einer Programm-Unterbrechung in einem 5-Achs-Programm in Werkzeugachsrichtung freifahren.
- mit dem Handrad oder den externen Richtungstasten im Manuellen Betrieb eine Bearbeitung mit angestelltem Werkzeug durchführen wollen.
- das Werkzeug während der Bearbeitung mit dem Handrad in der aktiven Werkzeugachsrichtung verfahren.

Vorschub bei Rund- und Drehtischen in mm/min*

Standardmäßig ist der programmierte Vorschub bei Drehachsen in Grad/min angegeben. Die TNC 640 kann aber auch diesen Vorschub in mm/min interpretieren. Der Bahnvorschub an der Kontur ist somit unabhängig von der Entfernung des Werkzeug-Mittelpunkts zum Drehachsen-Zentrum.



Intelligent bearbeiten

– Dynamische Kollisionsüberwachung DCM (Option)

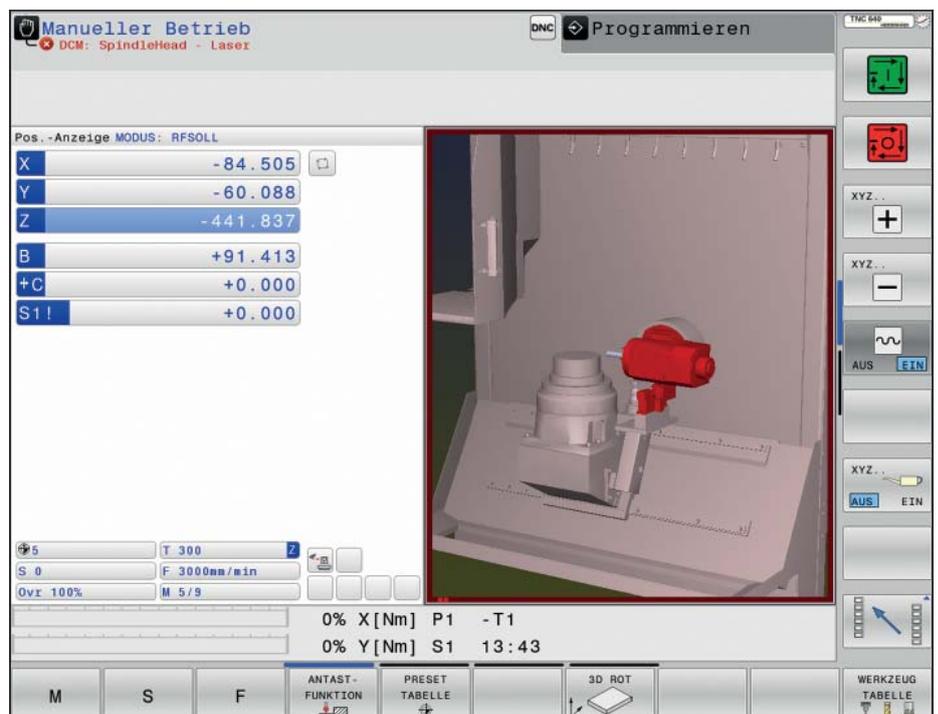
Die komplexen Maschinenbewegungen bei der 5-Achs-Bearbeitung und die generell hohen Verfahrgeschwindigkeiten machen Achsbewegungen schwer vorhersehbar. Eine Kollisionsüberwachung bedeutet daher eine hilfreiche Funktion, die den Maschinenbediener entlastet und vor Maschinenschäden schützt.

Zwar vermeiden NC-Programme aus CAM-Systemen Kollision zwischen Werkzeug bzw. Werkzeugaufnahme und dem Werkstück, lassen aber im Arbeitsraum befindliche Maschinenkomponenten unberücksichtigt – außer man investiert in teure externe Maschinen-Simulations-Software. Aber auch dann kann man nicht sicher sein, dass die Verhältnisse an der Maschine (z. B. die Aufspannposition) noch genau so sind, wie sie simuliert wurden. Eine Kollision erkennt man also im ungünstigsten Fall erst dann, wenn das Teil auf der Maschine bearbeitet wird.

In diesen Fällen wird der Maschinenbediener durch die **Dynamische Kollisionsüberwachung DCM*** der TNC 640 entlastet. Die Steuerung unterbricht die Bearbeitung bei drohender Kollision und schafft somit eine erhöhte Sicherheit für Bediener und Maschine. Maschinenschäden und dadurch entstehende teure Stillstandszeiten können vermieden werden. Mannlose Schichten werden sicherer.

Die Kollisionsüberwachung DCM arbeitet jedoch nicht nur im **Automatik-Betrieb**, sondern ist auch im **Manuellen Betrieb** aktiv. Wenn z. B. der Maschinenbediener beim Einrichten eines Werkstücks auf „Kollisionskurs“ ist, wird das von der TNC 640 erkannt und die Achsbewegung mit einer Fehlermeldung gestoppt.

* Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller für diese Funktionen angepasst sein.



Selbstverständlich zeigt die TNC 640 dem Bediener an, welche Maschinenkomponenten auf Kollisionskurs sind: per Fehlermeldung und zusätzlich grafisch. Tritt eine Kollisionswarnung auf, dann erlaubt die TNC ein Freifahren des Werkzeuges nur in den Richtungen, die den Abstand zwischen den kollidierenden Körpern vergrößert.

Die notwendige Definition der **Maschinenkomponenten** übernimmt der Maschinenhersteller. Die Beschreibung des Arbeitsraums und der Kollisionsobjekte erfolgt über geometrische Körper, wie Ebenen, Quader und Zylinder. Komplexe Maschinenbauteile können auch aus mehreren geometrischen Körpern „modelliert“ werden. Das Werkzeug wird automatisch als Zylinder mit Werkzeugradius (in der Werkzeug-Tabelle definiert) berücksichtigt. Für Schwenkvorrichtungen kann der Maschinenhersteller die Beschreibung der Maschinen-

kinematik auch gleichzeitig zur Definition der Kollisionsobjekte nutzen.

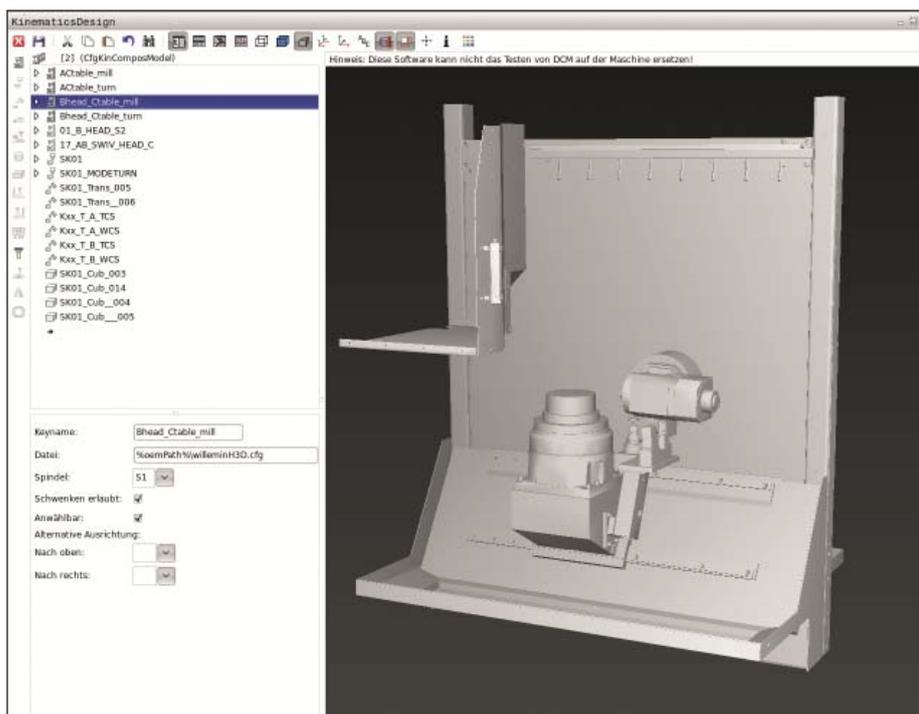
Ein neues 3D-Format für Kollisionskörper bietet weitere interessante Vorteile:

- Einfache Datenübernahme von Standard-3D-Formaten
- Detailgetreue Abbildung der Maschinenkomponenten
- Bessere Ausnutzung des Maschinenraums

Am Ende wird festgelegt, welche Maschinenelemente miteinander kollidieren können. Da sich Kollisionen bestimmter Körper aufgrund der Maschinenkonstruktion ausschließen, müssen nicht alle Maschinenteile überwacht werden. Beispielsweise kann ein auf dem Maschinentisch aufgespanntes Tastsystem zur Werkzeugvermessung (wie HEIDENHAIN-TT) niemals mit der Maschinenkabine kollidieren.

Bitte beachten Sie beim Einsatz der Dynamischen Kollisionsüberwachung:

- DCM kann helfen die Kollisionsgefahr zu verringern. DCM kann jedoch Kollisionen nicht komplett vermeiden.
- Die Definition von Maschinenkomponenten ist ausschließlich dem Maschinenhersteller vorbehalten.
- Kollisionen von Maschinenteilen (z. B. Schwenkkopf) mit dem Werkstück können nicht erkannt werden.
- Im Schleppbetrieb (keine Vorsteuerung) kann DCM nicht eingesetzt werden.
- DCM kann beim Exzenterdrehen nicht eingesetzt werden.



Intelligent bearbeiten

– Dynamic Efficiency

dynamic + efficiency

Unter dem Begriff **Dynamic Efficiency** bietet HEIDENHAIN innovative TNC-Funktionen an, die den Anwender dabei unterstützen, die Schwerzerspannung und die Schruppbearbeitung effizienter, aber auch prozesssicherer zu gestalten. Die Software-Funktionen unterstützen den Maschinenbediener, machen aber auch den Fertigungsprozess an sich schneller, stabiler und vorhersehbarer – kurz gesagt effizienter. Dynamic Efficiency ermöglicht höhere Zeitspannvolumina und dadurch eine gesteigerte Produktivität, ohne dass notwendigerweise auf Sonderwerkzeuge zurückgegriffen werden muss. Gleichzeitig werden Werkzeugüberlastungen und damit vorzeitiger Schneidenverschleiß vermieden. Mit Dynamic Efficiency fertigen Sie dadurch insgesamt wirtschaftlicher und erhöhen zudem die Prozesssicherheit.

Dynamic Efficiency umfasst drei Software-Funktionen:

- **ACC** (Active Chatter Control) – Die Option reduziert die Ratterneigung und lässt damit größere Zustellungen zu
- **AFC** (Adaptive Feed Control) – Die Option regelt den Vorschub abhängig von der Bearbeitungssituation
- **Wirbelfräsen** – Funktion zur werkzeug- und maschinenschonenden Schruppbearbeitung von Nuten und Taschen

Jede Lösung für sich bietet dabei entscheidende Verbesserungen des Bearbeitungsprozesses. Besonders aber die Kombination dieser TNC-Funktionen nutzt das Potenzial von Maschine und Werkzeug aus und reduziert gleichzeitig die mechanische Belastung. Auch wechselnde Bearbeitungsbedingungen, wie beispielsweise unterbrochene Schnitte, verschiedene Material-Eintauchverfahren oder einfaches Ausräumen zeigen, dass sich der Einsatz lohnt. Steigerungen des Zeitspannvolumens von 20 bis 25 Prozent sind in der Praxis möglich.



– Aktive Ratter-Unterdrückung ACC (Option)

dynamic  efficiency

Bei der Schruppbearbeitung (Leistungsfräsen) treten große Fräskräfte auf. Abhängig von der Drehzahl des Werkzeugs, sowie von den in der Werkzeugmaschine vorhandenen Resonanzen und dem Spanvolumen (Schnittleistung beim Fräsen) kann es dabei zu sogenanntem „Rattern“ kommen. Dieses Rattern stellt für die Maschine eine hohe Beanspruchung dar. Auf der Werkstück-Oberfläche führt dieses Rattern zu unschönen Marken. Auch das Werkzeug nutzt sich durch das Rattern stark und ungleichmäßig ab, im Extremfall kann es sogar zum Werkzeugbruch kommen.

Zur Reduzierung der Ratterneigung einer Maschine bietet HEIDENHAIN nun mit ACC (Active Chatter Control) eine wirkungsvolle Reglerfunktion. Im Bereich der Schwerzerspannung wirkt sich der Einsatz dieser Reglerfunktion besonders positiv aus. Mit ACC sind wesentlich bessere Schnittleistungen möglich. Abhängig vom Maschinentyp kann in der gleichen Zeit das Zerspanvolumen um bis zu 25 % und mehr erhöht werden. Gleichzeitig reduzieren Sie die Belastung für die Maschine und erhöhen die Standzeit des Werkzeugs.



Schwerzerspannung ohne ACC (Bild oben) und mit ACC (Bild unten)



Intelligent bearbeiten

– Adaptive Vorschubregelung AFC (Option)

dynamic + efficiency

HEIDENHAIN-Steuerungen erlauben seit jeher neben der Eingabe der Vorschubgeschwindigkeit pro Satz bzw. Zyklus auch eine manuelle Korrektur abhängig von der tatsächlichen Bearbeitungssituation über das Override-Poti. Dies ist jedoch immer abhängig von der Erfahrung und – nicht zuletzt – von der Anwesenheit des Bedieners.

Die Adaptive Vorschubregelung AFC (Adaptive Feed Control) regelt den Bahnvorschub der TNC automatisch – abhängig von der jeweiligen Spindelleistung und sonstigen Prozessdaten. In einem Lernschnitt zeichnet die TNC die maximal auftretende Spindelleistung auf. In einer Tabelle definieren Sie dann vor der eigentlichen Bearbeitung die jeweils einzuhaltenden Grenzwerte, zwischen denen die TNC im Modus „Re-

geln“ den Vorschub beeinflussen darf. Selbstverständlich lassen sich verschiedene Überlastreaktionen vorgeben, die auch von Ihrem Maschinenhersteller flexibel definierbar sind.

Die Adaptive Vorschubregelung bietet eine Reihe von Vorteilen:

Optimieren der Bearbeitungszeit

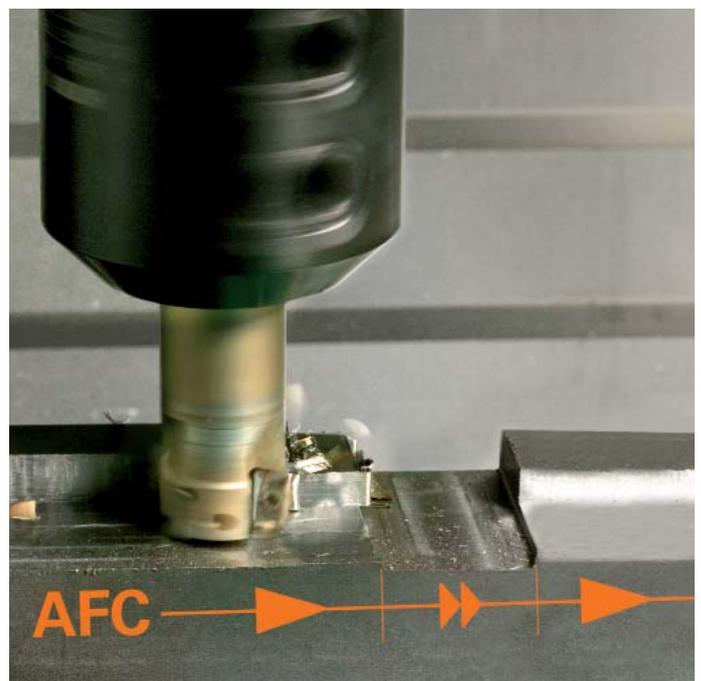
Insbesondere bei Gussteilen treten mehr oder weniger große Aufmaß- oder Materialschwankungen (Lunker) auf. Durch entsprechende Regelung des Vorschubs wird versucht, die zuvor eingelernte maximale Spindelleistung während der gesamten Bearbeitungszeit einzuhalten. Die Gesamtbearbeitungszeit wird durch Vorschuberrhöhung in Bearbeitungszonen mit weniger Materialabtrag verkürzt.

Werkzeugüberwachung

Die Adaptive Vorschubregelung der TNC vergleicht permanent die Spindelleistung mit der Vorschubgeschwindigkeit. Wird ein Werkzeug stumpf, steigt die Spindelleistung an. In Folge davon reduziert die TNC den Vorschub. Sobald ein eingestellter Mindestvorschub unterschritten wird, reagiert die TNC durch Abschalten oder Fehlermeldung. Dadurch lassen sich Folgeschäden nach Fräserbruch oder Fräserverschleiß verhindern.

Schonen der Maschinenmechanik

Durch Reduzieren des Vorschubs bei Überschreitung der gelernten maximalen Spindelleistung bis zur Referenz Spindelleistung wird die Maschinenmechanik geschont. Die Hauptspindel wird wirksam gegen Überlastung geschützt.



Intelligent bearbeiten

– beliebige Konturnuten im Wirbelfräsverfahren herstellen

dynamic + efficiency

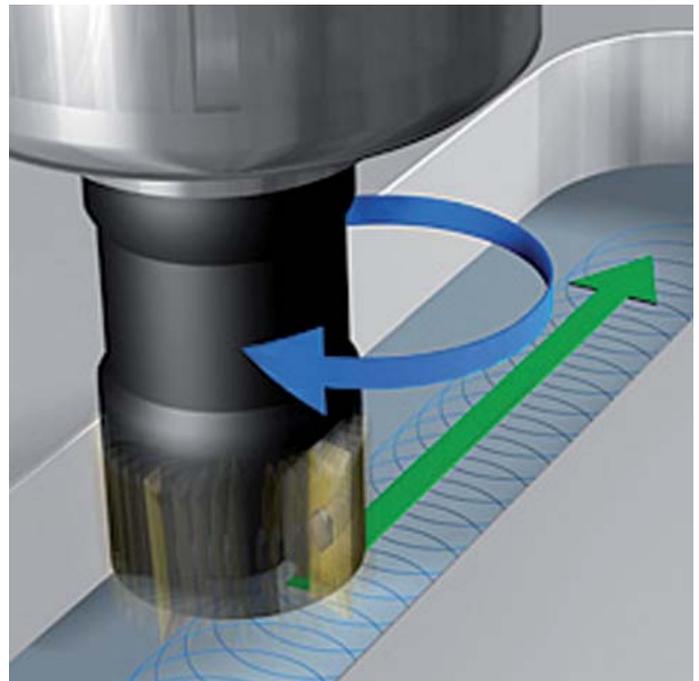
Beliebige Nuten hocheffizient komplett zu bearbeiten ist der Vorteil des Wirbelfräsverfahrens. Dabei erfolgt der Schruppvorgang mit kreisförmigen Bewegungen, die zusätzlich mit einer linearen Vorwärtsbewegung überlagert sind. Dieses Verfahren ist auch unter dem Begriff Wirbelfräsen bekannt. Es kommt insbesondere beim Fräsen von hochfesten oder gehärteten Werkstoffen zum Einsatz, wo normalerweise durch hohe Werkzeug- und Maschinenbelastungen nur geringe Zustelltiefen möglich sind.

Beim Wirbelfräsen dagegen kann mit großer Schnitttiefe bearbeitet werden, da durch die speziellen Schnittbedingungen keine verschleißsteigernden Einflüsse auf das Werkzeug ausgeübt werden. Beim Einsatz von Wälzfräsern kann im Gegenteil die komplette Schneidenlänge genutzt werden. Dadurch erzielen Sie ein höheres Spanvolumen pro Zahn. Durch das kreisförmige Eintauchen ins Material wirken geringe radiale Kräfte auf das Werkzeug. Dies schont die Maschinenmechanik und verhindert das Auftreten von Schwingungen. Kombiniert man diese Fräsmethode noch mit der integrierten Adaptiven Vorschubregelung AFC (Option), lässt sich eine enorme Zeiteinsparung erzielen.

Die herzustellende Nut wird in einem Kontur-Unterprogramm als Konturzug beschrieben. In einem separaten Zyklus definieren Sie die Abmaße der Nut sowie die Schnitt-daten. Das ggf. stehengebliebene Restmaterial lässt sich mit einem anschließenden Schlichtschnitt einfach „beseitigen“.

Die Vorteile im Überblick:

- gesamte Schneidenlänge im Eingriff
- höheres Spanvolumen
- Maschinenmechanik wird geschont
- weniger Schwingungen
- integriertes Schlichten der Seitenwand



Rüstzeiten minimieren

– die TNC 640 macht das Einrichten einfach

Bevor es los geht mit der Bearbeitung muss erst das Werkstück aufgespannt und die Maschine eingerichtet, die Position und Lage des Werkstücks auf der Maschine ermittelt und der Bezugspunkt gesetzt werden. Eine zeitaufwändige Prozedur, aber unerlässlich, geht doch jede Abweichung direkt in die Bearbeitungsgenauigkeit ein. Gerade bei kleinen und mittleren Seriengrößen, ebenso bei sehr großen Werkstücken, fallen die Einrichtzeiten besonders ins Gewicht.

Die TNC 640 verfügt über praxiserprobte Einrichtfunktionen. Sie unterstützen den Bediener, helfen Nebenzeiten zu reduzieren und ermöglichen die Fertigung in der mannlosen Schicht. Zusammen mit den **Tastsystemen** bietet die TNC 640 zahlreiche Antastzyklen zum automatischen Ausrichten der Werkstücke, Setzen des Bezugspunktes sowie Vermessen des Werkstückes und des Werkzeuges.

Achsen feinfühlig verfahren

Zum Einrichten lassen sich die Maschinenachsen manuell oder schrittweise über die Achsrichtungstasten verfahren. Einfacher und sicherer geht es jedoch mit den elektronischen Handrädern von HEIDENHAIN (siehe Seite 48). Besonders mit den tragbaren Handrädern sind Sie immer am Ort des Geschehens, haben den Einrichtvorgang im Blick und steuern feinfühlig und exakt die Zustellung.

Antastgeschwindigkeit anpassen

Häufig muss der Antastvorgang an schwer einsehbaren oder beengten Stellen ausgeführt werden. Der Standard-Antastvorschub ist dann meist zu hoch. In solchen Situationen können Sie den Antastvorschub während des Antastvorgangs mit dem Override-Drehknopf überlagern. Das Besondere daran ist, die Genauigkeit wird nicht beeinflusst.

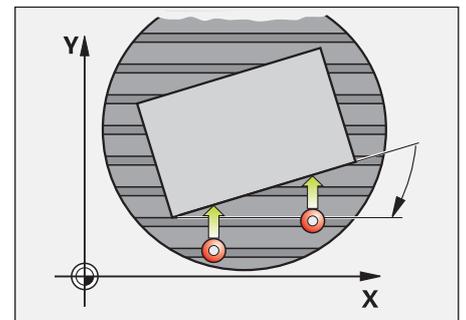
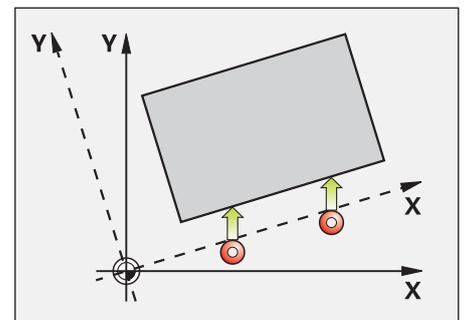
Werkstücke ausrichten

Mit den Tastsystemen von HEIDENHAIN (siehe Seite 45) und den Antastfunktionen der TNC 640 sparen Sie sich das zeitaufwändige Ausrichten des Werkstücks:

- Spannen Sie das Werkstück in beliebiger Lage auf
- Das Tastsystem erfasst durch Antasten einer Fläche die tatsächliche Aufspannlage.
- Die TNC 640 kompensiert die Schiefelage durch eine „Grunddrehung“, d. h. das Bearbeitungsprogramm wird um den ermittelten Winkel gedreht ausgeführt oder durch eine Rundtischdrehung.

Schiefelage kompensieren

durch Grunddrehung des Koordinatensystems oder durch Rundtischdrehung



Bezugspunkte setzen

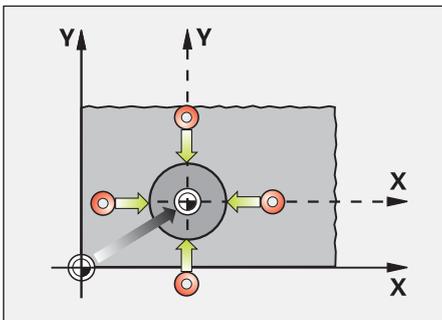
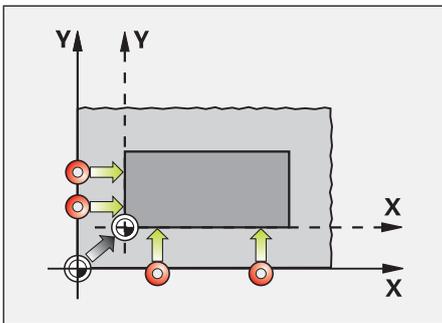
Über den Bezugspunkt ordnen Sie einer beliebigen Werkstückposition einen definierten Wert der TNC-Anzeige zu. Ein schnelles und sicheres Erfassen des Bezugspunktes spart Nebenzeiten und erhöht die Bearbeitungsgenauigkeit.

Die TNC 640 verfügt über Antastzyklen zum automatischen Setzen von Bezugspunkten. Ermittelte Bezugspunkte können Sie wahlweise speichern:

- in der Bezugspunkt-Verwaltung
- in einer Nullpunkt-Tabelle
- durch direktes Setzen der Anzeige

Bezugspunkt setzen

z. B. an einer Ecke oder in der Mitte eines Kreiszapfens



Bezugspunkt-Verwaltung

Die Bezugspunkt-Verwaltung ermöglicht flexibles Arbeiten, kürzere Rüstzeiten und eine höhere Produktivität. Kurz – sie vereinfacht das Einrichten Ihrer Maschine erheblich.

In der Bezugspunkt-Verwaltung können Sie **beliebig viele Bezugspunkte** speichern und jedem Bezugspunkt eine eigene Grunddrehung zuordnen. Um feste Bezugspunkte im Maschinenraum dauerhaft zu speichern, können Sie einzelne Zeilen auch mit einem Schreibschutz versehen.

Zum schnellen Speichern der Bezugspunkte gibt es drei Möglichkeiten:

- in der Betriebsart Manuell per Softkey
- über die Antastfunktionen
- mit den automatischen Antastzyklen.

NO	DOC	X	Y	Z	SPC
0		0	0	0	0
1	WP-1	-122.498	-355.443	-374.871	0
2	WP-2	-286.332	-355.365	-374.843	0
3	WP-3	-360.221	-355.405	-374.892	0
4		0	0	0	0
5	CENTER	-234.445	-304.002	0	0
6		0	0	0	0
7		0	0	0	0
8		0	0	0	0
9		0	0	0	0

X	-90.077	A	+0.000
Y	+125.072	C	+0.000
Z	-10.000		

Modus: SOLL T 5 S 2000 F 0mm/min Ovr 100% M 5/9

PRESET ANDERN BASIS-TRANSFORM. OFFSET PRESET AKTIVIEREN ENDE

Automatisiert bearbeiten

– die TNC 640 misst, verwaltet und kommuniziert

Die Anforderungen zwischen der klassischen Maschine für den Werkzeug- und Formenbau sowie Bearbeitungszentren verschimmen immer mehr. Natürlich ist die TNC 640 in der Lage, automatisierte Produktionsprozesse zu steuern. Sie verfügt dabei über die notwendige Funktionalität, um auch in der verketteten Bearbeitung mit individuellen Werkstücken in beliebiger Aufspannung die jeweils richtige Bearbeitung zu starten.

Überprüfen der Werkstücke auf vollständige Bearbeitung und Maßhaltigkeit

Die TNC 640 verfügt über eine Vielzahl von Messzyklen, mit denen Sie die Geometrie der bearbeiteten Werkstücke überprüfen können. Dazu wird ein Tastsystem von HEIDENHAIN (siehe Seite 45) anstelle des Werkzeugs in die Spindel eingewechselt. Damit können Sie:

- ein Werkstück erkennen und entsprechendes Bearbeitungsprogramm aufrufen
- überprüfen, ob Bearbeitungen korrekt ausgeführt wurden
- Zustellungen für die Schlichtbearbeitung ermitteln
- einen Werkzeugverschleiß erkennen und kompensieren
- die Werkstückgeometrie prüfen und Teile klassieren
- Messprotokolle erstellen
- den Maschinentrend erfassen

Vermessen des Fräswerkzeugs und automatische Korrektur der Werkzeugdaten

Zusammen mit dem Tastsystem zur Werkzeugvermessung TT und TL (siehe Seite 46) bietet die TNC 640 die Möglichkeit, Fräswerkzeuge in der Maschine automatisch zu vermessen. Die ermittelten Werte Werkzeuglänge und Werkzeugradius legt die TNC 640 im zentralen Werkzeugspeicher ab. Mit der Überprüfung des Werkzeugs während der Bearbeitung erfassen Sie Verschleiß oder Bruch schnell und direkt und vermeiden so Ausschuss oder Nacharbeit. Liegen die ermittelten Abweichungen außerhalb der vorgegebenen Toleranzen oder ist die überwachte Standzeit des Werkzeugs überschritten, sperrt die TNC 640 das Werkzeug und wechselt automatisch ein Schwesterwerkzeug ein.



Werkzeugverwaltung

Für Bearbeitungszentren mit automatischem Werkzeugwechsler bietet die TNC 640 einen zentralen Werkzeugspeicher für beliebig viele Fräs- und Drehwerkzeuge. Der Werkzeugspeicher ist frei konfigurierbar und lässt sich so optimal an Ihre Bedürfnisse anpassen. Selbst das Verwalten von Werkzeugnamen können Sie der TNC 640 überlassen. Bereits während der Bearbeitung wird der nächste Werkzeugwechsel vorbereitet. Dadurch reduziert sich beim Werkzeugwechsel die Span-zu-Span-Zeit der Maschine erheblich.

Mit der als Option verfügbaren Erweiterten Werkzeugverwaltung können Sie zusätzlich beliebige Daten grafisch aufbereitet darstellen.*

* Die Maschine muss vom Maschinenhersteller für diese Funktion angepasst sein.

Palettenverwaltung

Die TNC 640 kann unterschiedlichen Werkstücken, die in beliebiger Reihenfolge über Paletten zugeführt werden, das passende Bearbeitungsprogramm und die entsprechende Nullpunkt-Verschiebung zuordnen. Wird eine Palette für die Bearbeitung eingewechselt, ruft die TNC 640 automatisch das zugehörige Bearbeitungsprogramm auf. Dadurch ist das automatische Bearbeiten unterschiedlicher Teile in beliebiger Reihenfolge möglich.

Arbeitsraumüberwachung

Mit der Option Visual Setup Control VSC kann die TNC automatisch die aktuelle Aufspan- oder Bearbeitungssituation während des Programmlaufs überwachen. Hierzu werden bei den ersten Teilen einer Serie über ein Kamerasystem Referenzbilder aufgenommen, die dann mit den Aufnahmen der Folgeteile verglichen werden. Mit anwenderfreundlichen Zyklen lassen sich im NC-Programm mehrere Stellen festlegen, an denen die Steuerung einen optischen Vergleich zwischen Ist- und Sollzustand durchführt. Wird ein Fehler erkannt, führt die TNC eine vom Bediener gewählte Fehlerreaktion aus. VSC hilft Ihnen nicht nur teure Schäden an Werkzeug, Werkstück und Maschinen zu vermeiden. Sie können auch fehlende Bearbeitungen erkennen oder wiederkehrende Aufspannsituationen dokumentieren.



Programmieren, editieren und testen

– mit der TNC 640 haben Sie alle Möglichkeiten

So universell sich die TNC 640 einsetzen lässt, genauso flexibel ist sie auch beim Bearbeiten und Programmieren.

Positionieren mit Handeingabe

Auch ohne ein komplettes Bearbeitungsprogramm zu erstellen, können Sie mit der TNC 640 schon loslegen: Bearbeiten Sie einfach ein Werkstück Schritt für Schritt – manuelle Tätigkeit und automatische Positionierungen im beliebigen Wechsel.

Programmieren an der Maschine

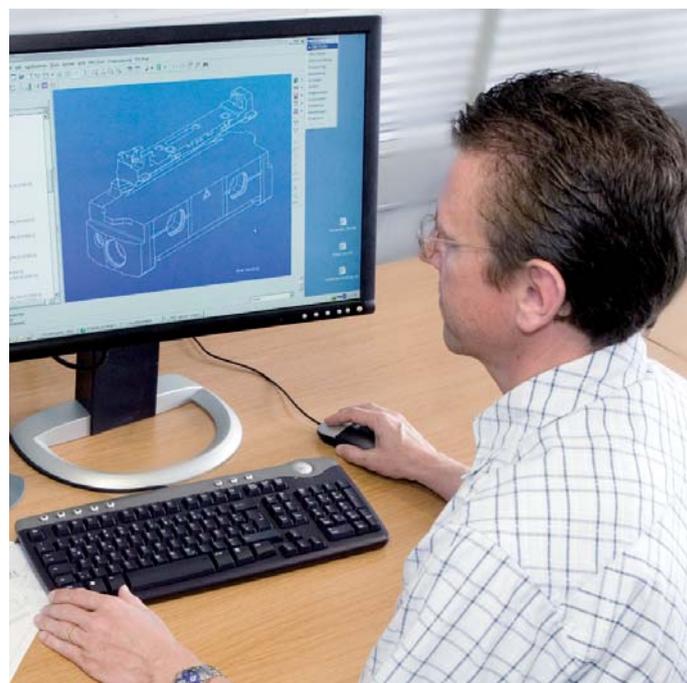
Die Steuerungen von HEIDENHAIN sind werkstatorientiert, d. h. konzipiert für die Programmierung direkt an der Maschine. Bei der Klartext-Programmierung müssen Sie keine G-Codes kennen. Stattdessen stehen Ihnen für die Programmierung von Geraden, Kreisbögen und Zyklen eigene Tasten oder Softkeys zur Verfügung. Sie eröffnen den HEIDENHAIN-Klartext-Dialog per Tastendruck und sofort unterstützt Sie die TNC aktiv bei der Arbeit. In klaren Anweisungen werden alle notwendigen Eingaben angefordert.

Ob Klartext-Hinweise, Dialogführung, Programmschritte oder Softkeys, alle Texte sind in zahlreichen Landessprachen verfügbar.

Auch wenn Sie die **DIN/ISO-Programmierung** gewohnt sind, ist das für die TNC kein Problem: Sie können die DIN/ISO-Adressbuchstaben über Softkeys oder direkt über die Alpha-Tastatur programmieren.

Programme extern erstellen

Auch für die externe Programmierung ist die TNC 640 gut gerüstet. Über die Schnittstellen lässt sie sich in Netzwerke integrieren und so mit Programmierplätzen oder weiteren Datenspeichern verbinden.



– grafische Unterstützung in jeder Situation

Programmier-Grafik

Zusätzliche Sicherheit beim Programmieren gibt Ihnen die zweidimensionale Programmier-Grafik: Die TNC 640 zeichnet simultan jede programmierte Verfahrensbewegung am Bildschirm mit. Dabei können Sie zwischen Draufsicht, Seiten- und Vorderansicht wählen.

Hilfsbilder

Bei der Zyklen-Programmierung im Klartext zeigt die TNC zu jedem Parameter ein eigenes Hilfsbild an. Das erleichtert die Übersicht über die Funktion und beschleunigt die Programmierung. Auch beim Programmieren der PLANE-Funktion und der dreh-spezifischen Konturelemente unterstützt Sie die TNC 640 durch aussagekräftige Hilfsbilder.

Test-Grafik

Um vor dem Abarbeiten auf Nummer sicher zu gehen, kann die TNC die Bearbeitung grafisch simulieren. Die detailgetreue 3D-Test-Grafik arbeitet mit unterschiedlicher Farbgebung und lässt Sie so das Fertigungsergebnis bereits vor der eigentlichen Bearbeitung genau beurteilen. Definieren Sie dazu die Rohteilform als Quader, Zylinder oder rotationssymmetrisches Teil beliebiger Kontur. Die TNC kann die Bearbeitung darstellen als:

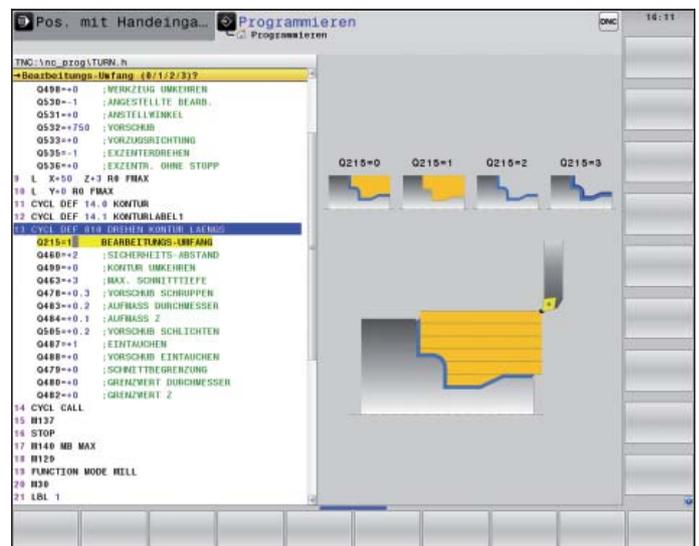
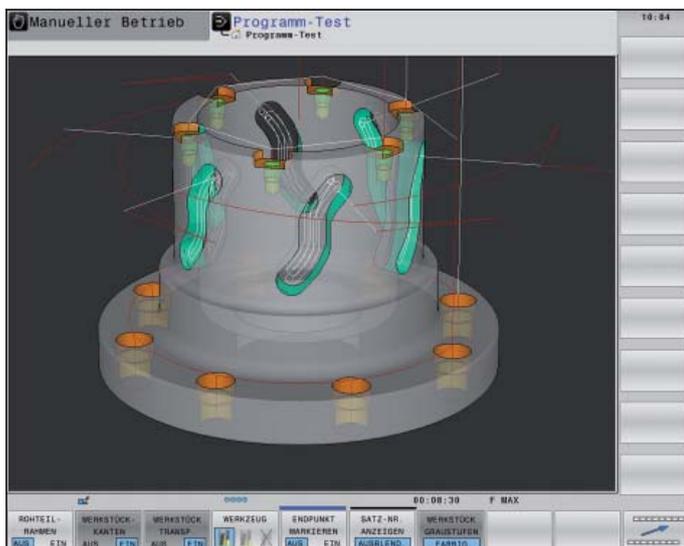
- Draufsicht mit unterschiedlichen Tiefenniveaus
 - drei Projektionen (wie in der Werkstückzeichnung)
 - hochauflösende 3D-Darstellung
 - 3D-Liniengrafik der Werkzeugbahnen
- Art und Qualität der Darstellung können Sie einstellen. Details lassen sich auch vergrößert anzeigen. Zusätzlich gibt Ihnen die TNC die berechnete Bearbeitungszeit in Stunden, Minuten und Sekunden an.

3D-Liniengrafik

Die 3D-Liniengrafik stellt die programmierte Werkzeug-Mittelpunktsbahn dreidimensional dar. Mit der leistungsfähigen Zoom-Funktion erkennen Sie auch feinste Details. Insbesondere extern erstellte Programme prüfen Sie mit der 3D-Liniengrafik schon vor der Bearbeitung auf Unregelmäßigkeiten, um unerwünschte Bearbeitungsmarken am Werkstück zu vermeiden, z. B. wenn der Postprozessor Punkte falsch ausgibt.

Programmlauf-Grafik

Bei der TNC 640 sind Programmlauf- und Test-Grafik auch parallel zur Werkstück-Bearbeitung verfügbar. Zusätzlich zeichnet sie die laufende Fräsbearbeitung grafisch mit. Mit einem Tastendruck können Sie während Ihrer Programmierarbeit immer wieder mal einen „Blick“ auf die laufende Fräsbearbeitung werfen – die direkte Beobachtung ist wegen des Kühlmittels und der Schutzkabine meist nicht möglich.



In der Werkstatt programmieren

– eindeutige Funktionstasten für komplexe Konturen

Programmieren von 2D-Konturen

2D-Konturen sind sozusagen das „tägliche Brot“ in der Werkstatt. Dafür bietet die TNC 640 eine Vielzahl von Möglichkeiten. Und – unabhängig davon, ob Sie eine Fräs- oder Drehkontur programmieren – Sie verwenden dazu immer die gleichen Werkzeuge. Das bedeutet für Sie: kein Umdenken, einfach wie gewohnt programmieren.

Programmieren mit Funktionstasten

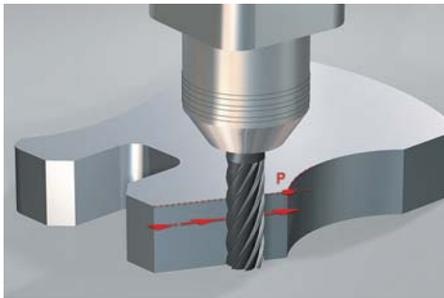
Sind Konturen NC-gerecht bemast, das heißt, die Endpunkte der Konturelemente sind in kartesischen Koordinaten oder in Polar-Koordinaten gegeben, so können Sie das NC-Programm direkt über Funktionstasten erzeugen.

Geraden und Kreiselemente

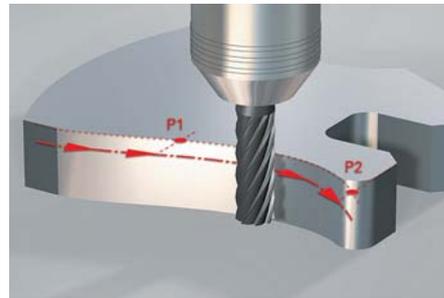
Um zum Beispiel eine Gerade zu programmieren, drücken Sie einfach die Taste für Linearbewegung. Alle für einen vollständigen Programmiersatz notwendigen Informationen, wie Ziel-Koordinaten, Vorschubgeschwindigkeit, Werkzeugkorrektur und Maschinenfunktionen fragt die TNC 640 im Klartext ab. Entsprechende Funktionstasten für Kreisbewegungen, Fasen und Ecken-Runden vereinfachen den Programmieraufwand. Um Marken beim Anfahren oder Verlassen einer Kontur zu vermeiden muss sie weich – also tangential – angefahren werden.

Legen Sie einfach den Anfangs- oder Endpunkt der Kontur und den An- bzw. Ausfahradius des Werkzeugs fest – den Rest erledigt die Steuerung für Sie.

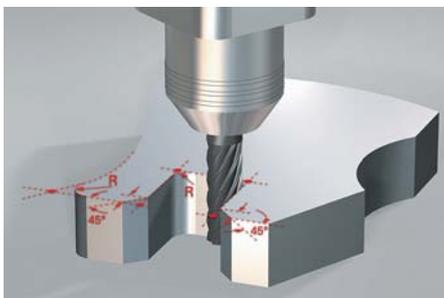
Die TNC 640 kann eine radiuskorrigierte Kontur bis zu 99 Sätze vorausschauen und somit Hinterschneidungen berücksichtigen und Konturverletzungen vermeiden, wie sie beispielsweise beim Schruppen einer Kontur mit einem großen Werkzeug auftreten können.



Gerade: Eingabe des Endpunkts



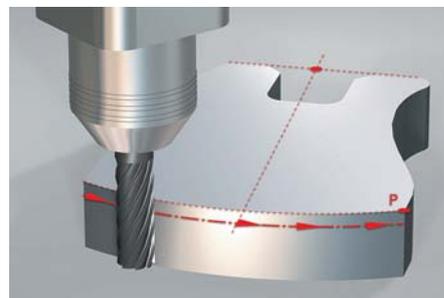
Kreisbahn mit stetigem (tangentialem) Anschluss an das vorhergehende Konturelement, festgelegt über Endpunkt



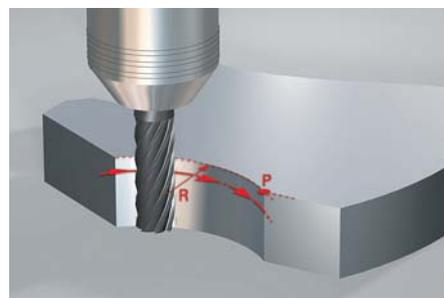
Ecken-Runden: Kreisbahn mit beidseitig stetigem (tangentialem) Anschluss, festgelegt über Radius und Eckpunkt



Fase: Angabe des Eckpunktes und der Fasenlänge



Kreisbahn, festgelegt über Mittelpunkt, Endpunkt und Drehsinn



Kreisbahn, festgelegt über Radius, Endpunkt und Drehsinn

– Konturen frei programmieren

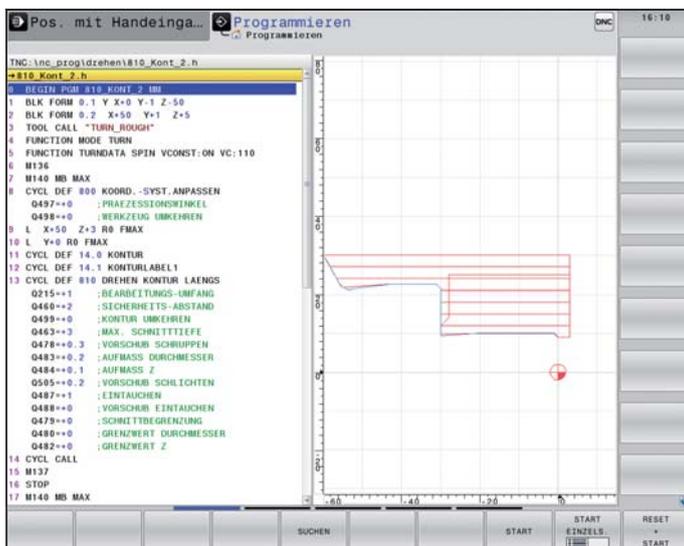
Freie Konturprogrammierung FK

Nicht immer ist das Werkstück DIN-gerecht bemaßt. Dank FK, der „Freien Konturprogrammierung“ tippen Sie in diesen Fällen einfach die bekannten Daten ein – ohne etwas umrechnen oder ausrechnen zu müssen! Dabei können durchaus einzelne Konturelemente unbestimmt sein, so lange die Gesamtkontur „an sich“ bestimmt ist. Führen die Daten auf mehrere mathematische Lösungen, werden diese von der hilfreichen Programmier-Grafik der TNC 640 zur Entscheidung dargeboten.

Drehspezifische Konturelemente (Option)

Um im Drehbetrieb Einstiche und Freistiche definieren zu können, stellt die TNC 640 spezielle Konturelemente zur Verfügung. Axiale oder radiale Einstiche lassen sich über die Funktion GRV (engl.: groove = Einstich) definieren. Über entsprechende Parameter definieren Sie dialoggeführt und hilfsbildunterstützt den gewünschten Einstich.

Freistiche lassen sich über die Funktion UDC (engl.: undercut = Freistich) definieren. Hier stehen die Formen E, F, H, K und U sowie Gewindefreistiche zur Verfügung.



In der Werkstatt programmieren

– praxisgerechte Zyklen für wiederkehrende Bearbeitungen

Umfangreiche Bearbeitungszyklen zum Fräsen und Bohren

Häufig wiederkehrende Bearbeitungen, die mehrere Bearbeitungsschritte umfassen, sind in der TNC 640 als Zyklen gespeichert. Sie programmieren dialoggeführt und unterstützt durch grafische Hilfsbilder, welche die erforderlichen Eingabeparameter anschaulich darstellen.

Standardzyklen

Neben den Bearbeitungszyklen zum Bohren und Gewindebohren (mit oder ohne Ausgleichsfutter) stehen Ihnen optional auch Zyklen zum Gewindefräsen, Reiben, Gravieren und Ausdrehen sowie für Bohrbilder, Fräszyklen zum Abzeilen ebener Flächen, zum Ausräumen und Schlichten von Taschen, Nuten und Zapfen zur Verfügung.

Zyklen für komplexe Konturen

Eine besondere Hilfe beim Ausräumen von Taschen mit beliebiger Kontur sind die sogenannten **SL-Zyklen** (SL = Subcontour List). Dieser Begriff bezeichnet Bearbeitungszyklen zum Vorbohren, Ausräumen und Schlichten, bei denen die Kontur bzw. die Teilkonturen in Unterprogrammen festgelegt sind. Somit wird eine Konturbeschreibung für verschiedene Arbeitsgänge mit unterschiedlichen Werkzeugen verwendet.

Bis zu zwölf **Teilkonturen** können für die Bearbeitung überlagert werden; die Steuerung berechnet automatisch die resultierende Kontur und die Werkzeugwege für das Ausräumen bzw. Abräumen der Flächen. Teilkonturen können Taschen oder Inseln sein. Mehrere Taschenflächen werden dabei zu einer resultierenden Tasche vereinigt, Inselnflächen werden umfahren.

Ein **Schlichtaufmaß** auf Seiten- und Bodenflächen berücksichtigt die TNC 640 beim Ausräumen. Beim **Ausräumen** mit verschiedenen Werkzeugen erkennt die Steuerung nicht ausgeräumte Flächen, so dass mit kleineren Werkzeugen gezielt Restmaterial nachgeräumt werden kann. Zum Schlichten auf Fertigmaß wird ein eigener Zyklus verwendet.

Herstellerzyklen

Die Maschinenhersteller können durch zusätzliche Bearbeitungszyklen ihr spezielles Fertigungs-Know-how einbringen und diese in der TNC 640 ablegen. Aber auch der Endanwender hat die Möglichkeit eigene Zyklen zu programmieren. HEIDENHAIN unterstützt die Programmierung dieser Zyklen mit der PC-Software CycleDesign. Damit können Sie die Eingabeparameter und die Softkey-Struktur der TNC 640 nach Ihren Wünschen gestalten.



Bearbeitungsmuster einfach und flexibel programmieren

Häufig sind Bearbeitungspositionen musterförmig auf dem Werkstück angeordnet. Mit der TNC 640 programmieren Sie die unterschiedlichsten Bearbeitungsmuster einfach und äußerst flexibel; natürlich mit grafischer Unterstützung. Dabei können Sie beliebig viele Punktemuster mit unterschiedlich vielen Punkten definieren. Beim Abarbeiten können Sie dann alle Punkte komplett oder jeden Punkt einzeln ausführen lassen.

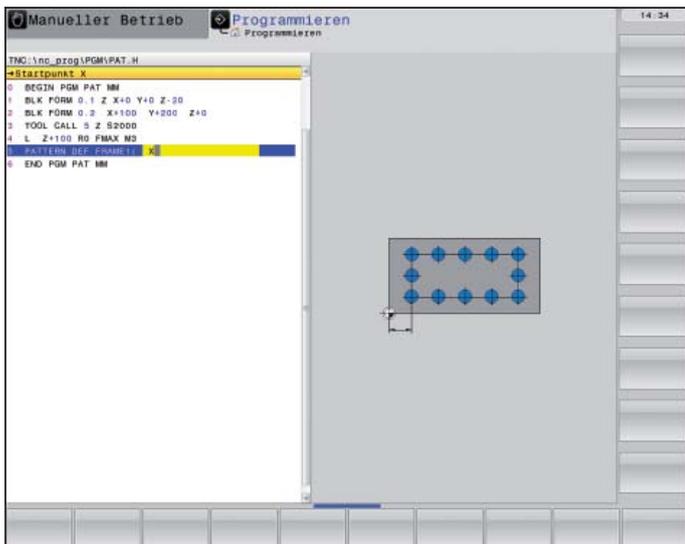
3D-Bearbeitung mit der Parameterprogrammierung

Einfache, mathematisch leicht zu beschreibende 3D-Geometrien können Sie mit Hilfe der Parameterfunktionen programmieren. Hier stehen die Grundrechenarten, Winkel, Wurzel-, Potenz- und Logarithmusfunktionen sowie die Klammerrechnung und Vergleiche mit bedingten Sprunganweisungen zur Verfügung. Mit der Parameterprogrammierung lassen sich auf einfache Art auch 3D-Bearbeitungen realisieren. Natürlich ist die Parameterprogrammierung auch für **2D-Konturen** geeignet, die nicht mit Geraden oder Kreisen beschrieben werden können, sondern über mathematische Funktionen.

Abwälzfräsen von Außenverzahnungen*

Mit dem Zyklus 880 Abwälzfräsen können Sie außenverzahnte zylindrische Zahnräder oder Schrägverzahnungen mit beliebigen Winkeln herstellen. Beim Abwälzfräsen wird die Rotation der Werkzeugspindel und des Drehtisches zueinander synchronisiert. Zusätzlich bewegt sich der Fräser in axialer Richtung am Werkstück entlang. Der neue Zyklus 880 steuert automatisch diese komplexen Bewegungen und ermöglicht Ihnen eine einfache und praxisgerechte Eingabe aller relevanten Werte. Sie können die Verzahnungsparameter direkt aus Ihrer Zeichnung verwenden – der Zyklus berechnet daraus den fünffachsignen Bewegungsablauf.

* Software-Option Spindelsynchronlauf erforderlich



In der Werkstatt programmieren

– praxisgerechte Drehzyklen (Option)

Auch im Bereich der Drehzyklen bietet die TNC 640 ein umfangreiches und technologisch anspruchsvolles Paket. Sie entsprechen den bewährten und ausgereiften Kern-Funktionen der Drehmaschinen-Steuerungen von HEIDENHAIN. Die Benutzerschnittstelle jedoch lehnt sich in Aussehen und Funktionalität an den gewohnten und bewährten Klartext an. Zyklen-Parameter, die sowohl beim Fräsen als auch beim Drehen zum Einsatz kommen, werden selbstverständlich mit derselben Nummer verwendet. Auch im Drehbereich unterstützen Sie bei der Programmeingabe die grafischen Hilfsbilder in bewährter Manier.

Zerspanen einfacher Konturen

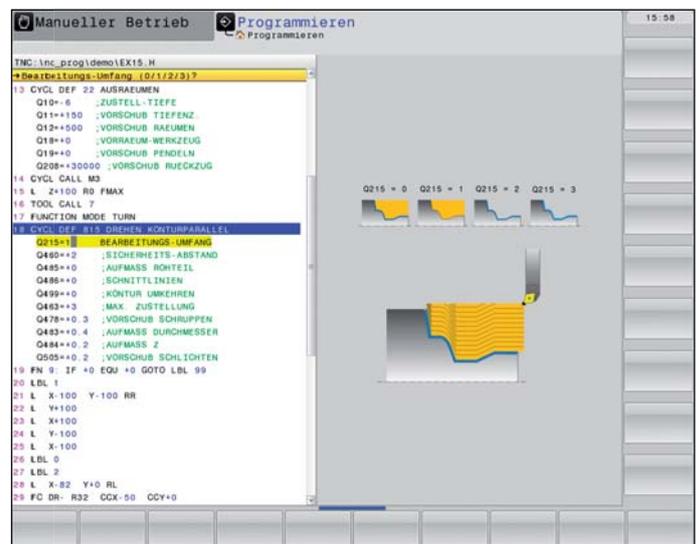
Zum Zerspanen einfacher Konturen in Längs- und Planrichtung stehen verschiedene Zyklen zur Verfügung. Der zu zerspanende Bereich kann dabei auch abfallen, so dass ein Eintauchen erforderlich sein kann. Selbstverständlich berücksichtigt die TNC 640 dabei den Einstellwinkel des Drehwerkzeugs vollautomatisch.

Zerspanen beliebiger Konturen

Werden die zu zerspanenden Konturen komplexer und lassen sich nicht mehr über einfache Zyklusparameter definieren, dann können Sie diese über Kontur-Unterprogramme beschreiben. Die Vorgehensweise ist dabei vollkommen identisch zur Vorgehensweise bei der Nutzung der SL-Zyklen im Fräsbereich: Mit Zyklus 14 definieren Sie das Unterprogramm, in dem die Fertigteilkontur beschrieben ist und im jeweiligen Drehzyklus legen Sie die Technologie-Parameter fest.

Auch bei der Konturbeschreibung nutzen Sie genau dieselben Klartext-Funktionen, wie beim Definieren einer Fräskontur, die Freie Konturprogrammierung FK natürlich eingeschlossen. Darüber hinaus stehen die dreh-spezifischen Konturelemente Einstich und Freistich zur Verfügung, die Sie wie Fasen und Rundungen zwischen Konturelementen einfügen können. Neben radialen und axialen Einstichen stehen Freistiche der Formen E, F, H, K, U und Gewindefreistiche zur Verfügung.

Je nach verwendetem Zyklus zerspant die TNC 640 achsparallel oder konturparallel. Bearbeitungsumfang (Schruppen, Schlichten) oder Aufmaß definieren Sie dialoggeführt über entsprechende Parameter.



Stechbearbeitungen

Auch in diesem Bereich verfügt die TNC 640 über ausreichende Flexibilität und Funktionalität. Einfache Stechoperationen in Längs- und Planrichtung sind ebenso möglich wie das Konturstechen, bei dem der Zyklus entlang einer beliebigen Kontur abgearbeitet wird. Besonders effektiv arbeiten Sie beim Stechdrehen: Da sich Zustellung und Schnitt direkt abwechseln, sind kaum Leerschnitte nötig. Die TNC berücksichtigt auch hier die technologischen Randbedingungen (Stechbreite aus der Werkzeug-Tabelle) und führt die Bearbeitungen schnell und sicher aus.

Gewindebearbeitung

Im Bereich der Gewindebearbeitung stehen einfache und erweiterte Zyklen für die Längs- und Planbearbeitung von zylindrischen oder konischen Gewinden zur Verfügung. Über Zyklenparameter bestimmen Sie die Art und Weise, wie das Gewinde hergestellt wird, die Bearbeitung unterschiedlichster Materialien wird dadurch ermöglicht.

Rohteilnachführung

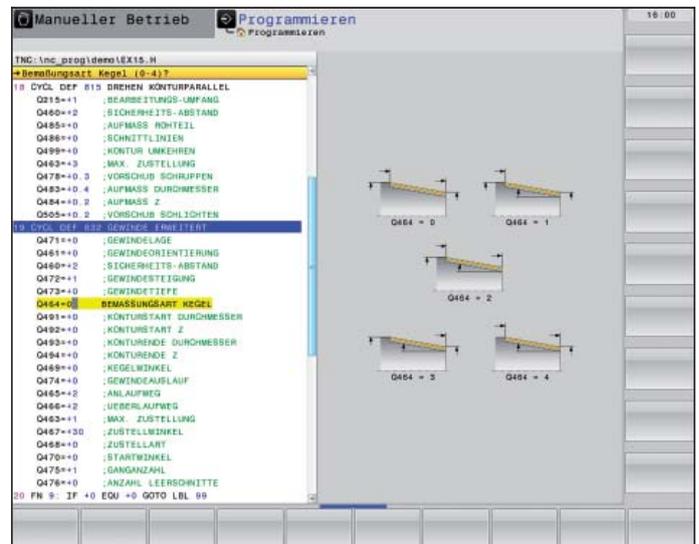
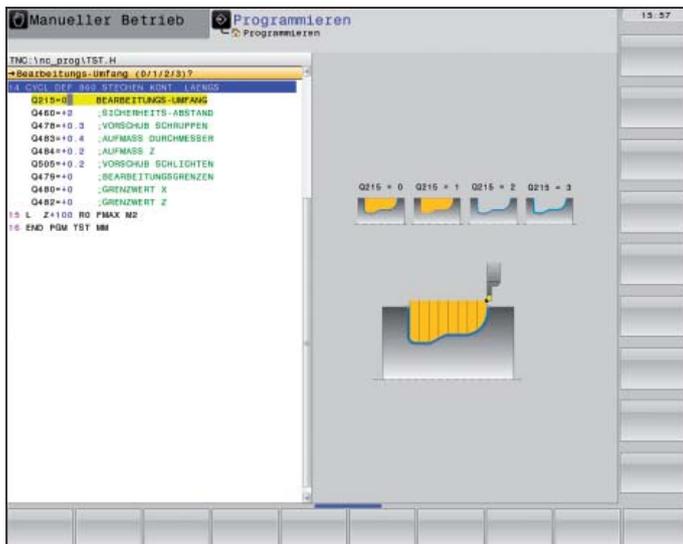
Ein weiteres Highlight der TNC 640 ist die Rohteilnachführung. Wenn Sie am Anfang Ihres Programms das Rohteil definieren, berechnet die Steuerung bei jedem Schnitt das neu entstandene Rohteil. Die Bearbeitungszyklen richten sich immer nach dem aktuellen Rohteil. Durch die Rohteilnachführung werden „Luftschnitte“ vermieden und Anfahrtswege optimiert.

Orientierung des Drehwerkzeugs

Auf Fräs-Dreh-Maschinen kann es erforderlich sein, das Werkzeug beim Drehen anzustellen oder die Seite zu verändern, von der aus die Bearbeitung erfolgen soll. Mit Hilfe eines Zyklus kann die TNC zum Bearbeiten von Hinterschnedungen den Anstellwinkel des Werkzeugs zu verändern oder aus einem Außendrehwerkzeug ein Innendrehwerkzeug machen, ohne dass Sie die Schneidenlage oder/und den Orientierungswinkel in der Werkzeug-Tabelle anpassen müssen.

Exzenterdrehen (Option)

Mit Hilfe der Funktion Exzenterdrehen können Sie auch dann Drehbearbeitungen durchführen, wenn aufgrund der Aufspannung die Werkstückachse nicht mit der Rotationsachse fluchtet. Beim Bearbeiten kompensiert die TNC 640 die auftretende Exzentrizität durch Ausgleichsbewegungen der mit der Drehspindel gekoppelten Linearachse.



In der Werkstatt programmieren

– programmierte Konturelemente wieder verwenden

Koordinaten-Umrechnung

Für den Fall, dass Sie eine einmal programmierte Kontur an verschiedenen Stellen des Werkstücks mit veränderter Lage oder Größe benötigen, bietet die TNC 640 eine einfache Lösung: die Koordinaten-Umrechnung.

Abhängig von der Bearbeitung können Sie das Koordinatensystem beispielsweise **drehen** (Fräsen), **spiegeln** (Fräsen) oder den **Nullpunkt verschieben** (Fräsen und Drehen). Mit einem **Maßfaktor** (Fräsen) werden Konturen vergrößert oder verkleinert, d. h. Schrumpf- oder Aufmaße berücksichtigt.

Programmteil-Wiederholungen und Unterprogramme

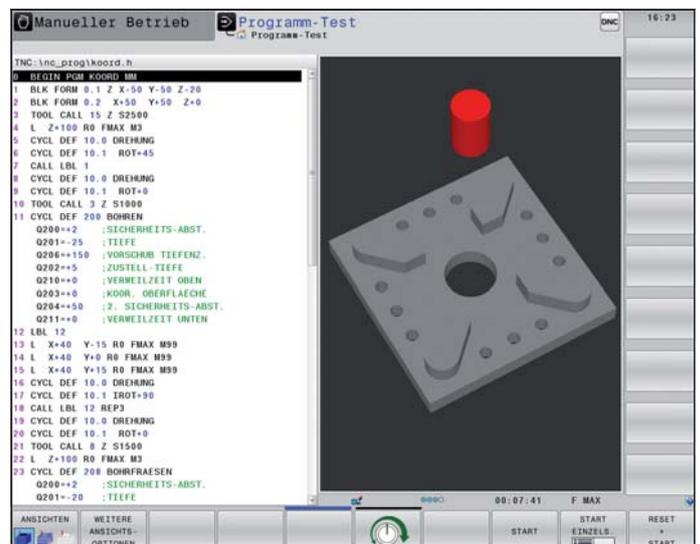
Viele Bearbeitungsgänge wiederholen sich entweder an ein und demselben Werkstück oder an verschiedenen Werkstücken. Ein bereits programmiertes Detail brauchen Sie dabei nicht noch einmal einzugeben: Die TNC erspart Ihnen mit der Unterprogramm-Technik viel Programmierzeit.

Bei der **Programmteil-Wiederholung** kennzeichnen Sie einen Abschnitt des Programms und anschließend führt die TNC diesen Abschnitt beliebig oft hintereinander aus.

Einen Programmabschnitt, der sich an verschiedenen Stellen des Programms wiederholt, kennzeichnen Sie als **Unterprogramm** und rufen es dann an beliebiger Stelle und beliebig oft auf.

Mit der Funktion **Programmaufruf** können Sie auch ein komplettes anderes Programm an beliebigen Stellen in Ihrem aktuellen Programm nutzen. So greifen Sie bequem auf einmal programmierte, oft benötigte Arbeitsschritte oder Konturen zurück.

Natürlich können Sie diese Programmier-techniken auch beliebig oft miteinander kombinieren.



– alle Informationen schnell verfügbar

Sie haben Fragen zu einem Programmierschritt, aber das Benutzer-Handbuch nicht zur Hand? Kein Problem: Sowohl die TNC 640 als auch der Programmierplatz TNC 640 verfügen über das komfortable **Hilfesystem TNCguide**, mit dem die Benutzerdokumentation in einem separaten Fenster angezeigt werden kann.

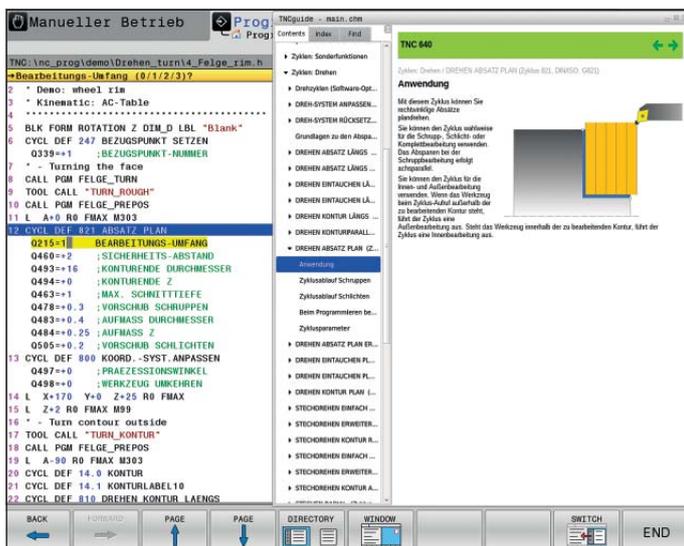
Sie aktivieren den TNCguide einfach durch Drücken der HELP-Taste auf der TNC-Tastatur oder durch Anklicken eines beliebigen Softkeys mit dem auf Fragezeichen-Symbol umgeschalteten Mauszeiger. Dies geht unkompliziert durch Klick auf das ständig im TNC-Bildschirm angezeigte Hilfe-Symbol.

Der TNCguide zeigt die Informationen meist direkt im richtigen Zusammenhang an (kontextsensitive Hilfe). Das heißt, Sie erhalten sofort die Auskunft, die Sie gerade benötigen. Besonders bei Softkeys ist die Funktion sehr hilfreich. Die jeweilige Wirkungsweise wird detailliert erläutert.

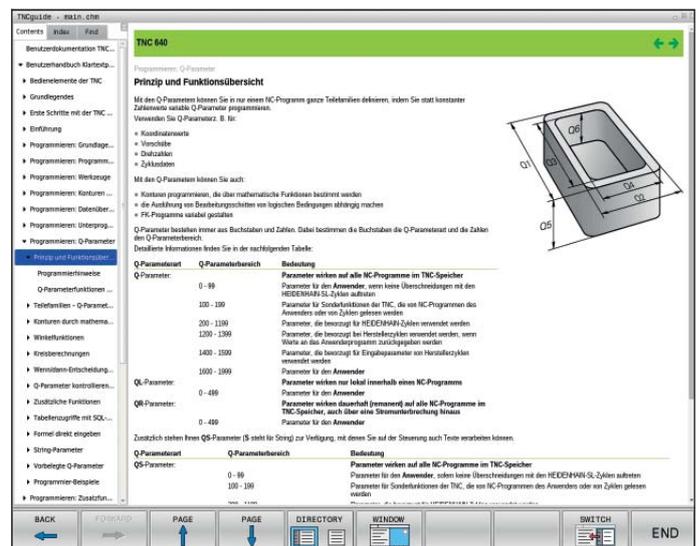
Die Dokumentation in der gewünschten Landessprache laden Sie per kostenlosen Download von der HEIDENHAIN-Homepage in das entsprechende Sprachverzeichnis der TNC-Festplatte.

Folgende Handbücher stehen im Hilfesystem zur Verfügung:

- Benutzer-Handbuch Klartext
- Benutzer-Handbuch Zyklenprogrammierung
- Benutzer-Handbuch DIN/ISO-Programmierung
- Benutzer-Handbuch Programmierplatz TNC 640 (wird nur beim Programmierplatz mit installiert)



TNCguide in Steuerung integriert, z. B. auf der TNC 640 ...



... oder am Programmierplatz.

Offen für externe Informationen

– die TNC 640 verarbeitet CAD-Dateien

DXF-Konverter (Option)

Warum noch komplexe Konturen programmieren, wenn Ihnen die Zeichnung sowie so schon im DXF-Format vorliegt? Sie haben die Möglichkeit, DXF-Dateien direkt auf der TNC 640 zu öffnen, um daraus Konturen oder Bearbeitungspositionen zu extrahieren. Sie sparen damit nicht nur Programmier- und Testaufwand, Sie sind auch sicher, dass die gefertigte Kontur exakt der Vorgabe des Konstrukteurs entspricht.

Das DXF-Format – insbesondere das von der TNC 640 unterstützte – ist weit verbreitet und ist bei vielen gängigen CAD- und Grafik-Programmen verfügbar.

Nachdem die DXF-Datei über das Netzwerk oder den USB-Stick in die TNC eingelesen wurde, können Sie die Datei wie ein NC-Programm über die Datei-Verwaltung der TNC öffnen.

DXF-Dateien enthalten in der Regel mehrere Ebenen (Layer), mit denen der Konstrukteur seine Zeichnung organisiert. Um bei der Konturauswahl möglichst wenig überflüssige Informationen am Bildschirm zu haben, können Sie per Mausklick alle in der DXF-Datei enthaltenen **überflüssigen Layer** ausblenden. Dazu benötigen Sie das Bedienfeld mit Touch-Pad oder ein externes Zeigegerät. Die TNC kann einen Konturzug auch dann selektieren, wenn er auf **unterschiedlichen Layern** gespeichert ist.

Auch bei der **Definition des Werkstück-Bezugspunktes** unterstützt Sie die TNC. Der Zeichnungsnullpunkt der DXF-Datei liegt nicht immer so, dass Sie diesen direkt als Werkstück-Bezugspunkt verwenden können, insbesondere wenn die Zeichnung mehrere Ansichten enthält. Die TNC stellt daher eine Funktion zur Verfügung, mit der Sie den Zeichnungsnullpunkt einfach durch Anklicken eines Elementes an eine sinnvolle Stelle verschieben können.

Folgende Stellen können Sie als Bezugspunkt definieren:

- Anfangs-, Endpunkt oder Mitte einer Strecke
- Anfangs-, End- oder Mittelpunkt eines Kreisbogens
- Quadrantenübergänge oder Mittelpunkt eines Vollkreises
- Schnittpunkt zweier Geraden, auch in deren Verlängerung
- Schnittpunkte Gerade – Kreisbogen
- Schnittpunkte Gerade – Vollkreis

Wenn sich mehrere Schnittpunkte zwischen Elementen ergeben (z. B. beim Schnitt Gerade – Kreis), entscheiden Sie per Mausklick, welcher Schnittpunkt verwendet werden soll.



Besonders komfortabel ist die Konturauswahl. Sie selektieren ein beliebiges Element per Mausklick. Sobald Sie das zweite Element gewählt haben, kennt die TNC den von Ihnen gewünschten Umlaufsinn und startet mit der **automatischen Konturerkennung**. Dabei selektiert die TNC automatisch alle eindeutig erkennbaren Konturelemente, bis die Kontur geschlossen ist oder sich verzweigt. Dort wählen Sie per Mausklick das nachfolgende Konturelement. So definieren Sie mit wenigen Mausklicks auch umfangreiche Konturen. Bei Bedarf können Sie Konturelemente auch kürzen, verlängern oder aufbrechen. Die selektierte Kontur können Sie dann bequem über die Zwischenablage in ein bestehendes Klartext-Programm kopieren.

Aber auch **Bearbeitungspositionen** können Sie auswählen und als Punkte-Datei abspeichern, insbesondere, um Bohrposi-

onen oder Startpunkte für Taschenbearbeitung zu übernehmen. Dies geht besonders komfortabel: Markieren Sie mit der Maus einfach einen Bereich. Die TNC zeigt Ihnen in einem Überblendfenster mit Filterfunktion alle Bohrungsdurchmesser an, die innerhalb dieses Bereiches liegen. Durch Verschieben der Filtergrenzen per Mausklick können Sie auf einfache Weise gewünschte Durchmesser selektieren und die Auswahl entsprechend eingrenzen.

Eine Zoom-Funktion und verschiedene Einstellmöglichkeiten ergänzen die Funktionalität des DXF-Konverters. Sie können darüber hinaus die Auflösung des auszugebenden Konturprogramms definieren, falls Sie dieses in älteren TNC-Steuerungen verwenden wollen, oder eine Übergangstoleranz, wenn die Elemente einmal nicht ganz exakt aneinander stoßen.

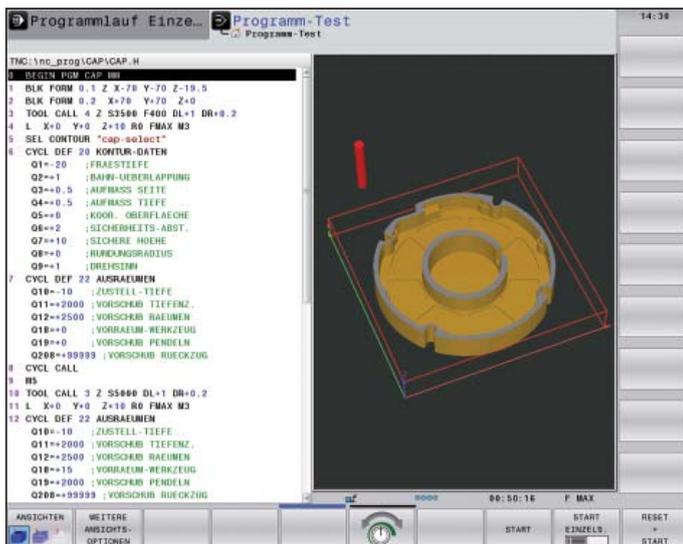
CAD-Viewer

Mit dem integrierten CAD-Viewer können Sie 3D-CAD-Modelle und Zeichnungen direkt auf der TNC 640 öffnen. Der performante Viewer ist eine einfache und zugleich effiziente Lösung, um CAD-Konstruktionsdaten in der Werkstatt anzuzeigen. Unterschiedliche Ansichtsoptionen sowie Funktionen zum Drehen und Zoomen ermöglichen Ihnen eine detaillierte visuelle Kontrolle und Analyse Ihrer CAD-Daten.

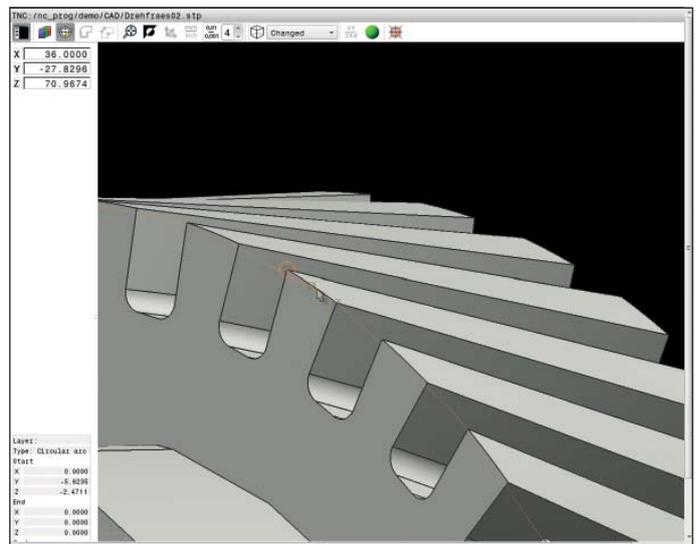
Zudem können Sie mit dem Viewer auch Positionswerte und Abmessungen aus dem 3D-Modell ermitteln. Dazu können Sie den Bezugspunkt beliebig festlegen und Elemente im Modell anwählen. Der CAD-Viewer zeigt die Koordinaten der selektierten Elemente in einem Fenster an.

Die TNC 640 kann folgende Dateiformate anzeigen:

- Step-Dateien (.STP und .STEP)
- Iges-Dateien (.IGS und .IGES)
- DXF-Dateien (.DXF)



Bearbeitungsprogramm auf Basis der importierten DXF-Datei



Darstellung eines 3D-Modells im CAD-Viewer

Offen für externe Informationen

– schnelle Datenübertragung mit der TNC

Die vernetzte TNC 640

Die TNC 640 lässt sich in Netzwerke integrieren und so mit PCs, Programmierplätzen und weiteren Datenspeichern verbinden. Neben der Datenschnittstelle V-24/RS-232-C ist die TNC 640 schon in der Grundausführung mit einer Gigabit-Ethernet Datenschnittstelle neuester Generation ausgerüstet. Die TNC 640 kommuniziert ohne zusätzliche Software mit NFS-Servern und mit Windows-Netzwerken im TCP/IP-Protokoll. Die schnelle Datenübertragung mit Geschwindigkeiten bis zu 1000 Mbit/s garantiert kürzeste Übertragungszeiten.

Die übertragenen Programme werden auf dem internen Speicher der TNC 640 abgelegt und von dort mit hoher Geschwindigkeit abgearbeitet.

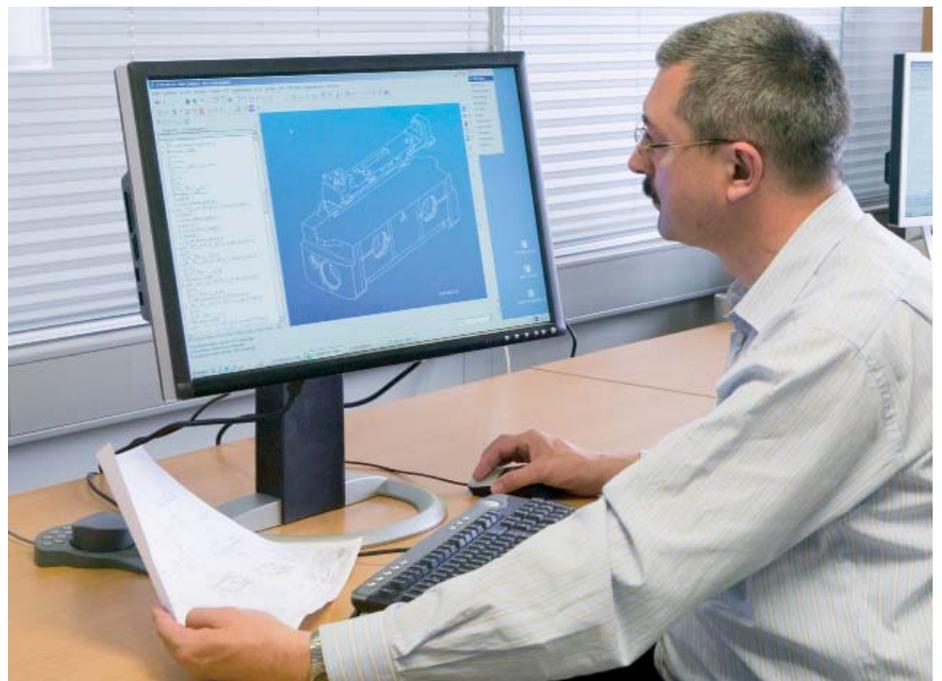
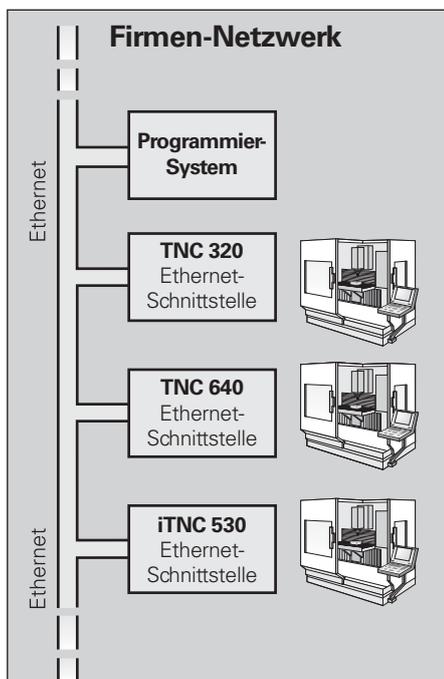
Zur übersichtlichen Verwaltung Ihrer Programme auf der Steuerung legen Sie die einzelnen Dateien in Verzeichnisse (Ordner). Die jeweiligen Ordner können Sie durch Unterverzeichnisse individuell strukturieren.

Programme zur Datenübertragung

Mit Hilfe der kostenfreien PC-Software **TNCremo** von HEIDENHAIN können Sie – auch über das Ethernet –

- extern gespeicherte Bearbeitungsprogramme, Werkzeug- oder Palettentabellen bidirektional übertragen
- die Maschine starten

Mit der leistungsfähigen PC-Software **TNCremoPlus** können Sie über die Live-screen-Funktion zusätzlich den Bildschirminhalt der Steuerung auf Ihren PC übertragen.



– die TNC 640 integriert sich in Ihre Prozesskette

Die TNC 640 in Ihrer Prozesskette

Die TNC 640 – die High-End-Steuerung von HEIDENHAIN – steht für höchste Produktivität und Genauigkeit bei einfachster Bedienung. Wirtschaftliches Fertigen erfordert darüber hinaus eine effizient arbeitende Prozesskette bezüglich:

- Konstruktion
- Programmierung
- Simulation
- Fertigungsvorbereitung
- Fertigung

Ein gut funktionierender Wissenstransfer trägt entscheidend zum Unternehmenserfolg bei. Die TNC 640 integriert sich flexibel in Ihre Prozesskette und hilft Ihnen den Wissenstransfer innerhalb Ihres Unternehmens zu optimieren.

EDV-Systeme innerhalb einer Prozesskette

Allen Prozessbeteiligten sollen stets aktuelle Produktinformationen in digitaler Form zur Verfügung stehen. Um digitales Wissen schnell und verlustfrei zu übertragen ist die Kommunikation über E-Mail genauso selbstverständlich wie die durchgängige Verfügbarkeit von elektronischen Fertigungsdokumenten. Lagerbestände für Werkzeuge und Rohmaterial, Werkzeugdaten, Aufspannpläne, CAD-Daten, NC-Programme und Prüfanweisungen müssen den Maschinenbedienern schichtübergreifend zugänglich sein. HEIDENHAIN bietet Ihnen zwei unterschiedliche Lösungen an, um den Wissenstransfer auch in der Werkstatt fortzusetzen und Ihre Daten auf die Steuerungsoberfläche der TNC 640 zu bringen.

Standardfunktionsumfang

Bereits im Standardfunktionsumfang bietet die TNC 640 interessante Applikationen. Der CAD-Viewer, PDF-Viewer oder der Webbrowser Mozilla Firefox ermöglichen den Zugriff auf Daten eines Fertigungsprozesses direkt an der Steuerung. Die Bedienung von webbasierten Dokumentations- oder ERP-Systemen ist dabei genauso möglich, wie der Zugriff auf Ihr E-Mail Postfach.

Folgende weitere Dateiformate können ebenfalls direkt auf der TNC geöffnet werden:

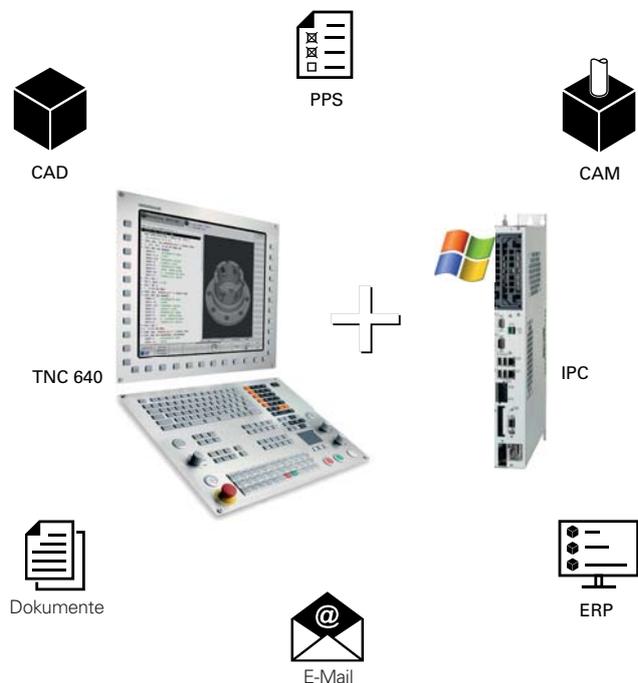
- Textdateien mit den Endungen .txt, .ini
- Grafikdateien mit den Endungen .gif, .bmp, .jpg, .png
- Tabellendateien mit den Endungen .xls und .csv
- html-Dateien

Zudem bietet HEIDENHAIN eine erweiterte Lösung zur Integration der TNC 640 in Ihre Prozesskette: Mit der Option 133 REMOTE DESKTOP MANAGER und einem Industrie-PC (IPC) von HEIDENHAIN erhalten Sie direkt an der Steuerung den Zugriff auf EDV-Systeme der Prozesskette.

Option 133 und Industrie-PC (IPC)

Mit der Option #133 wird ein Windows-PC direkt von der TNC 640 aus bedient. Per Tastendruck am Bedien-Panel der Maschine lässt sich komfortabel vom Steuerungsbildschirm zur Oberfläche des Windows-PC wechseln. Dabei kann der Windows-PC ein Rechner im lokalen Netzwerk sein oder ein Industrie-PC (IPC) im Schaltschrank der Maschine. Mit dem IPC 6641 bietet HEIDENHAIN einen Industrie-PC mit höchster Rechenleistung und neuester Prozessor-Architektur zur Montage im Schaltschrank an. Damit lassen sich auch rechenintensive Aufgaben im Bereich CAD/CAM effizient und komfortabel an Ihrer TNC-Steuerung lösen.

Mit der TNC 640 wird ein digitaler Wissenstransfer denkbar einfach – optimieren Sie Ihre Prozesse und nutzen Sie das Innovationspotential Ihrer Werkstatt.



Offen für externe Informationen

– der Programmierplatz TNC 640

Warum ein Programmierplatz?

Natürlich können Sie die Werkstück-Programme mit der TNC 640 sehr gut an der Maschine erstellen – auch während diese gerade ein anderes Teil bearbeitet. Trotzdem kann es vorkommen, dass die Auslastung der Maschine oder kurze Umspannzeiten ein konzentriertes Programmieren vor Ort nicht zulassen. Mit dem Programmierplatz TNC 640 haben Sie die Möglichkeit wie an Ihrer Maschine zu programmieren, jedoch abseits vom Werkstattlärm.

Programme erstellen

Das Erstellen, Testen und Optimieren der HEIDENHAIN-Klartext- oder DIN/ISO-Programme auf dem Programmierplatz verkürzt die Stillstandszeiten der Maschine. Dabei brauchen Sie nicht umzudenken, jede Tastenbetätigung sitzt wie gewohnt: Denn auf dem Programmierplatz programmieren Sie auf der gleichen Tastatur wie an der Maschine.

Extern erstellte Programme testen

Natürlich können Sie auch Programme testen die auf einem CAD/CAM-System erstellt wurden. Die Testgrafik hilft Ihnen durch die verschiedenen Darstellungen Konturverletzungen und versteckte Details sicher zu erkennen.

Ausbildung mit dem Programmierplatz

Da der Programmierplatz TNC 640 auf der gleichen Software wie die TNC 640 basiert, ist er bestens für die Aus- und Weiterbildung geeignet. Die Programmierung erfolgt auf der originalen Tastatureinheit, auch der Programmtest läuft exakt so ab, wie an der Maschine. Das gibt dem Auszubildenden Sicherheit für das spätere Arbeiten an der Maschine.

Auch für die TNC-Programmierausbildung an Schulen ist der Programmierplatz TNC 640 bestens geeignet, denn die TNC 640 lässt sich im Klartext oder auch nach DIN/ISO programmieren.

Ihr Arbeitsplatz

Die Programmierplatz-Software läuft auf einem PC. Der PC-Bildschirm zeigt Ihnen die TNC-Oberfläche wie an der Steuerung und bietet die gewohnte grafische Unterstützung. Zur Bedienung des Programmierplatzes haben Sie – je nach Ausführung – mehrere Möglichkeiten.

Die kostenfreie **Demo-Version** beinhaltet alle TNC-640-Funktionen und erlaubt das Speichern von kurzen Programmen. Sie wird über die PC-Tastatur programmiert. Bei der Version mit **TNC-Bedienfeld** erstellen Sie Ihre Programme wie gewohnt auf einer Tastatur mit den gleichen Funktionstasten wie die Steuerung an der Maschine. Zusätzlich verfügt sie über eine PC-Tastatur für DIN/ISO-Programmierung, Dateinamen und Kommentaren.

Sie können aber auch ohne TNC-Bedienfeld arbeiten: Zur Bedienung des Programmierplatzes wird ein **virtuelles Keyboard** auf dem PC-Bildschirm eingeblendet. Dies verfügt über die wichtigsten Dialog-Eröffnungstasten der TNC 640.



Werkstücke vermessen

– Einrichten, Bezugspunkt-Setzen und Messen mit schaltenden Tastsystemen

Die Werkstück-Tastsysteme* von HEIDENHAIN helfen in der Werkstatt und in der Serienfertigung Kosten zu reduzieren: Rüst-, Mess- und Kontrollfunktionen sind zusammen mit den Antastzyklen der TNC 640 automatisiert ausführbar.

Der Taststift eines schaltenden Tastsystems TS wird beim Anfahren einer Werkstückfläche ausgelenkt. Dabei erzeugt das TS ein Schaltsignal, das je nach Typ über Kabel oder eine Infrarot-Übertragungsstrecke zur Steuerung übermittelt wird.

Die Tastsysteme* werden direkt in den Schaft der Werkzeugaufnahme eingespannt. Je nach Maschine können die Tastsysteme mit verschiedenen Werkzeugspannschäften ausgerüstet werden. Die Tastkugeln – aus Rubin – sind mit unterschiedlichen Durchmessern und Längen lieferbar.

* Maschine und TNC müssen vom Maschinenhersteller angepasst sein.

Tastsysteme mit **kabelgebundener Signalübertragung** für Maschinen mit manuellem Werkzeugwechsel, sowie für Schleif- und Drehmaschinen:

TS 260 – neue Generation, Kabelanschluss axial oder radial

Tastsysteme mit **Funk- bzw. Infrarot-Signalübertragung** für Maschinen mit automatischem Werkzeugwechsel:

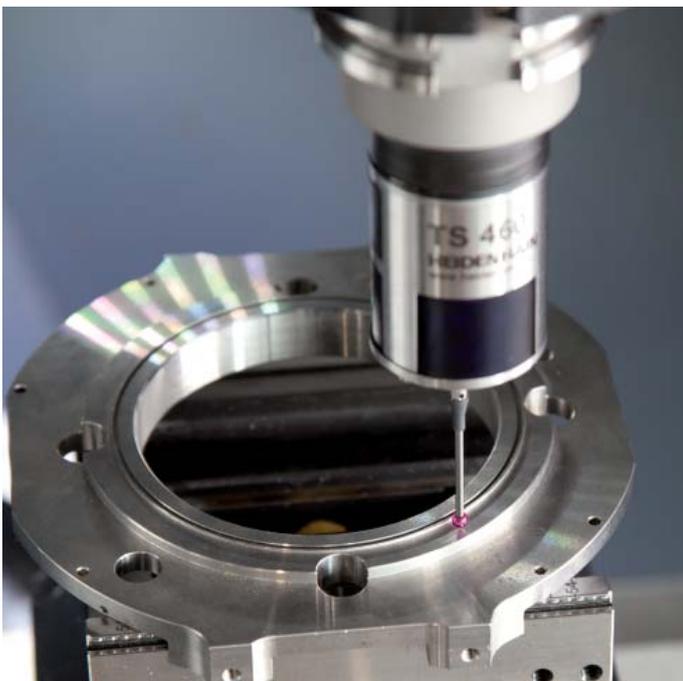
TS 460 – Standardtastsystem neuer Generation für Funk- und Infrarot-Übertragung, kompakte Abmessungen, Energiesparmodus, optionalem Kollisionsschutz und thermische Entkopplung

TS 444 – batterieles; Spannungsversorgung durch integrierten Luftturbinen-Generator per Druckluft, für Infrarot-Übertragung, kompakte Abmessungen

TS 740 – hohe Antastgenauigkeit und Reproduzierbarkeit, geringe Antastkräfte, Infrarot-Übertragung



TS 460 mit Kollisionsschutz



TS 460

SE 660

Weitere Informationen zu den Werkstück-Tastsystemen finden Sie im Internet unter www.tastsysteme.de oder im Prospekt *Tastsysteme*.

Werkzeuge vermessen

– Länge, Radius und Verschleiß direkt in der Maschine erfassen

Mit entscheidend für eine gleich bleibend hohe Fertigungsqualität ist natürlich das Werkzeug. Ein exaktes Erfassen der Werkzeugabmessungen und eine zyklische Kontrolle des Werkzeugs auf Verschleiß, Bruch und Form der Einzelschneiden ist daher erforderlich. Zur Werkzeugvermessung bietet HEIDENHAIN die schaltenden Werkzeug-Tastsysteme TT und die berührungslos arbeitenden Lasersysteme TL Nano und TL Micro an.

Die Systeme werden direkt im Arbeitsraum der Maschine angebaut und erlauben so die Werkzeugvermessung vor der Bearbeitung oder in Bearbeitungspausen.

Die **Werkzeug-Tastsysteme TT** erfassen Werkzeuglänge und -radius. Beim Antasten des rotierenden oder stehenden Werkzeugs z. B. bei Einzelschneiden-Vermessung, wird die Tastscheibe ausgelenkt und ein Schaltsignal zur TNC 640 übertragen.

Das **TT 160** arbeitet mit kabelgebundener Signalübertragung während beim **TT 460** die Signalübertragung kabelunabhängig über eine Funk- bzw. Infrarot-Strecke erfolgt. Dadurch eignet es sich insbesondere zum Einsatz auf Rund-/Schwenktischen.

Die **Lasersysteme TL Nano** und **TL Micro** gibt es für verschiedene maximale Werkzeugdurchmesser. Sie tasten das Werkzeug mittels Laserstrahl berührungslos ab und erkennen so neben Werkzeuglänge und -radius auch Formabweichungen von Einzelschneiden.



TT 460



TL Micro

Weitere Informationen zu den Werkzeug-Tastsystemen finden Sie im Internet unter www.tastsysteme.de oder im Prospekt *Tastsysteme*.

Maschinengenauigkeit prüfen und optimieren

– Drehachsen einfach vermessen mit KinematicsOpt (Option)

Die Genauigkeitsanforderungen insbesondere im Bereich der 5-Achs-Bearbeitung werden immer höher. So sollen komplexe Teile exakt und mit reproduzierbarer Genauigkeit auch über lange Zeiträume gefertigt werden können.

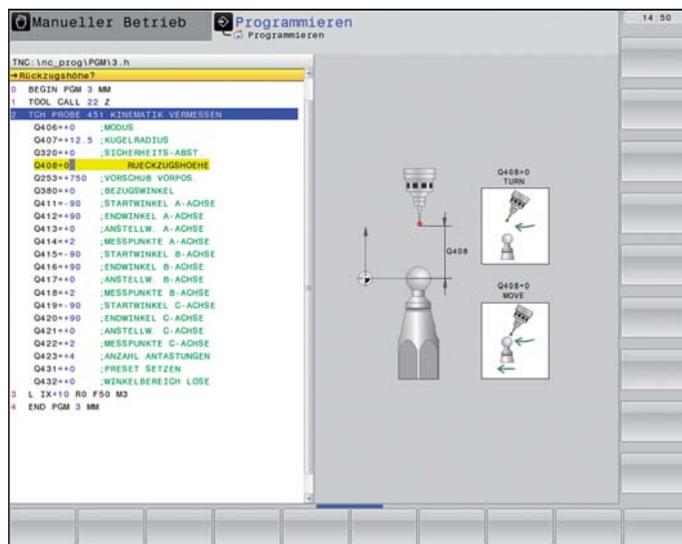
Die TNC-Funktion **KinematicsOpt** ist ein wichtiger Baustein, der Ihnen hilft, diese hohen Anforderungen auch in die Realität umzusetzen: Bei eingewechseltem HEIDENHAIN-Tastsystem vermisst ein Zyklus vollautomatisch die an Ihrer Maschine vorhandenen Drehachsen. Die Messung ist unabhängig davon, ob es sich bei der Drehachse um einen Rund- oder Schwenktisch oder um einen Schwenkkopf handelt.

Zur Vermessung der Drehachsen wird eine Kalibrierkugel an einer beliebigen Stelle auf dem Maschinentisch befestigt und mit dem HEIDENHAIN-Tastsystem angetastet. Zuvor definieren Sie die Feinheit der Messung und legen für jede Drehachse separat den Bereich fest, den Sie vermessen wollen.

Aus den gemessenen Werten ermittelt die TNC die statische Schwenkgenauigkeit. Dabei minimiert die Software den durch die Schwenkbewegungen entstehenden Raumfehler und speichert die Maschinengeometrie am Ende des Messvorgangs automatisch in den jeweiligen Maschinenkonstanten der Kinematikbeschreibung ab.

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.

Um KinematicsOpt optimal zu nutzen, benötigen Sie eine besonders steife Kalibrierkugel. Dadurch reduzieren Sie Verbiegungen, die aufgrund der Antastkräfte entstehen. HEIDENHAIN bietet daher Kalibrierkugeln an, deren Halter eine hohe Steifigkeit aufweisen und in unterschiedlichen Längen verfügbar sind.



Positionieren mit dem elektronischen Handrad

– feinfühliges Verfahren der Achsen

Zum Einrichten des Werkstücks können Sie Achsen über die Achsrichtungstasten manuell verfahren. Einfacher und feinfühlicher geht es jedoch mit den elektronischen Handrädern von HEIDENHAIN.

Sie bewegen den Achsschlitten über den Vorschubantrieb entsprechend der Drehung des Handrads. Für ein besonders feinfühliges Verfahren können Sie die Verfahrstrecke pro Handradumdrehung stufenweise einstellen.

Einbau-Handräder HR 130 und HR 150

Die Einbau-Handräder von HEIDENHAIN können in das Maschinenbedienfeld integriert oder an einer anderen Stelle der Maschine angebracht werden. Über einen Adapter sind bis zu drei elektronische Einbau-Handräder HR 150 anschließbar.

Tragbare Handräder HR 510, HR 520 und HR 550

Wenn Sie sich näher am Arbeitsbereich der Maschine aufhalten müssen, eignen sich besonders die tragbaren Handräder HR 510, HR 520 und HR 550. Die Achstasten und bestimmte Funktionstasten sind in das Gehäuse integriert. So können Sie – egal wo Sie sich mit Ihrem Handrad gerade befinden – die zu verfahrenen Achsen wechseln oder die Maschine einrichten. Das HR 550 ist als Funkhandrad besonders für den Einsatz an Großmaschinen geeignet. Wenn Sie das Handrad nicht mehr benötigen, heften Sie es einfach über die integrierten Magnete an die Maschine.

Erweiterter Funktionsumfang HR 520 und HR 550

- Verfahrweg pro Umdrehung einstellbar
- Anzeige für Betriebsart, Positions-Istwert, programmierten Vorschub und Spindeldrehzahl, Fehlermeldung
- Override-Potentiometer für Vorschub und Spindel-Drehzahl
- Wahl der Achsen über Tasten und Softkeys
- Tasten zum kontinuierlichen Verfahren der Achsen
- Not-Aus-Taste
- Istwert-Übernahme
- NC-Start/Stop
- Spindel-Ein/Aus
- Softkeys für Maschinenfunktionen, die der Maschinenhersteller festlegt



HR 550



Übersicht

– Benutzer-Funktionen

Benutzer-Funktionen	Standard	Option	
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • ○ 	0-7 77 78	Grundauführung: 3 Achsen plus Spindel 4. NC-Achse plus Hilfsachse oder } insgesamt 14 weitere NC-Achsen oder 13 weitere NC-Achsen plus 2. Spindel • digitale Strom- und Drehzahl-Regelung
Programmeingabe	<ul style="list-style-type: none"> • • 	42	HEIDENHAIN-Klartext DIN/ISO Konturen oder Bearbeitungspositionen aus DXF-Dateien einlesen und als Klartext-Konturprogramm oder -Punktetabelle speichern
Positionsangaben	<ul style="list-style-type: none"> • • • 		Soll-Positionen für Geraden und Kreise in rechtwinkligen Koordinaten oder Polarkoordinaten Maßangaben absolut oder inkremental Anzeige und Eingabe in mm oder inch
Werkzeug-Korrekturen	<ul style="list-style-type: none"> • • 	9	Werkzeugradius in der Bearbeitungsebene und Werkzeuglänge radiuskorrigierte Kontur bis zu 99 Sätze vorausberechnen (M120) dreidimensionale Werkzeug-Radiuskorrektur zur nachträglichen Änderung von Werkzeugdaten, ohne das Programm erneut berechnen zu müssen
Werkzeug-Tabellen	<ul style="list-style-type: none"> • 		mehrere Werkzeug-Tabellen mit beliebig vielen Werkzeugen
Schnittdaten	<ul style="list-style-type: none"> • 		automatische Berechnung von Spindeldrehzahl, Schnittgeschwindigkeit, Vorschub pro Zahn und Vorschub pro Umdrehung
Konstante Bahngeschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • • 		bezogen auf die Werkzeug-Mittelpunktsbahn bezogen auf die Werkzeugschneide
Parallelbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> • 		Programm mit grafischer Unterstützung erstellen, während ein anderes Programm abgearbeitet wird
3D-Bearbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • 	9 9 9 9 9	besonders ruckgeglättete Bewegungsführung 3D-Werkzeug-Korrektur über Flächennormalen-Vektor Ändern der Schwenkkopfstellung mit dem elektronischen Handrad während des Programmlaufs; Position der Werkzeugschneide bleibt unverändert (TCPM = Tool Center Point Management) Werkzeug senkrecht auf der Kontur halten Werkzeug-Radiuskorrektur senkrecht zur Werkzeugrichtung Manuelles Fahren im aktiven Werkzeug-Achssystem
Rundtischbearbeitung		8 8	Programmieren von Konturen auf der Abwicklung eines Zylinders Vorschub in mm/min
Drehbearbeitung		50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50	Programmgesteuerter Wechsel zwischen Fräs- und Drehbearbeitung Konstante Schnittgeschwindigkeit Schneidenradius-Kompensation Zyklen zum Schruppen, Schlichten, Einstechen, Gewindedrehen und Stechdrehen Rohteilnachführung bei Konturzyklen Drehspezifische Konturelemente für Einstiche und Freistiche Orientierung des Drehwerkzeuges für Außen-/Innenbearbeitung Angestellte Drehbearbeitung Drehzahlbegrenzung Exzenterdrehen (zusätzlich notwendig: Option 135)

Benutzer-Funktionen	Standard	Option	
Programmierhilfen	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • 		Taschenrechner Vollständige Liste aller anstehenden Fehlermeldungen kontextsensitive Hilfe-Funktion bei Fehlermeldungen TNCguide: das integrierte Hilfesystem. Benutzerinformationen direkt auf der TNC 640 verfügbar grafische Unterstützung beim Programmieren von Zyklen Kommentar- und Gliederungssätze im NC-Programm
Teach-In	<ul style="list-style-type: none"> • 		Ist-Positionen werden direkt ins NC-Programm übernommen
Test-Grafik Darstellungsarten	<ul style="list-style-type: none"> • • • 		grafische Simulation von Fräsbearbeitungen, auch wenn ein anderes Programm abgearbeitet wird Draufsicht / Darstellung in drei Ebenen / 3D-Darstellung, auch bei geschwenkter Bearbeitungsebene/3D-Liniengrafik Ausschnitt-Vergrößerung
Programmier-Grafik	<ul style="list-style-type: none"> • 		in der Betriebsart „Programm-Einspeichern“ werden die eingegebenen NC-Sätze mitgezeichnet (2D-Linien-Grafik) auch wenn ein anderes Programm abgearbeitet wird
Bearbeitungsgrafik Darstellungsarten	<ul style="list-style-type: none"> • • 		grafische Darstellung des abgearbeiteten Fräsprogramms Draufsicht / Darstellung in drei Ebenen / 3D-Darstellung
Bearbeitungszeit	<ul style="list-style-type: none"> • • 		Berechnen der Bearbeitungszeit in der Betriebsart „Programm-Test“ Anzeige der aktuellen Bearbeitungszeit in den Programmlauf-Betriebsarten
Wiederanfahren an die Kontur	<ul style="list-style-type: none"> • • 		Satzvorlauf zu einem beliebigen Satz im Programm und Anfahren der errechneten Soll-Position zum Fortführen der Bearbeitung Programm unterbrechen, Kontur verlassen und wieder anfahren
Bezugspunkt-Verwaltung	<ul style="list-style-type: none"> • 		eine Tabelle zum Speichern beliebiger Bezugspunkte
Nullpunkt-Tabellen	<ul style="list-style-type: none"> • 		mehrere Nullpunkt-Tabellen zum Speichern werkstückbezogener Nullpunkte
Paletten-Tabellen	<ul style="list-style-type: none"> • 		Paletten-Tabellen (mit beliebig vielen Einträgen zur Auswahl von Paletten, NC-Programmen und Nullpunkten) können werkstückorientiert abgearbeitet werden
Tastensystem-Zyklen	<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	48	Tastensystem kalibrieren Werkstück-Schiefelage manuell oder automatisch kompensieren Bezugspunkt manuell oder automatisch setzen Werkstücke und Werkzeuge automatisch vermessen KinematicsOpt: Maschinenkinematik automatisch vermessen und optimieren
Parallele Nebenachsen	<ul style="list-style-type: none"> • • • 		Bewegung der Nebenachse U, V, W durch Hauptachse X, Y, Z kompensieren Verfahrbewegungen von Parallelachsen in der Positionsanzeige der zugehörigen Hauptachse anzeigen (Summenanzeige) Definieren von Haupt- und Nebenachsen im NC-Programm ermöglicht Abarbeiten auf unterschiedlichen Maschinenkonfigurationen
Dialogsprachen	<ul style="list-style-type: none"> • 		Englisch, deutsch, tschechisch, französisch, italienisch, spanisch, portugiesisch, schwedisch, dänisch, finnisch, niederländisch, polnisch, ungarisch, russisch (kyrillisch), chinesisches (traditionell, simplified), slowenisch, slowakisch, norwegisch, koreanisch, türkisch, rumänisch
CAD-Viewer	<ul style="list-style-type: none"> • 		CAD-Modelle auf der TNC anzeigen

Übersicht

- Zubehör
- Optionen

Zubehör	
Elektronische Handräder	<ul style="list-style-type: none"> • ein HR 510: tragbares Handrad oder • ein HR 520: tragbares Handrad oder • ein HR 550: tragbares Funk-Handrad oder • ein HR 130: Einbau-Handrad oder • bis zu drei HR 150: Einbau-Handräder über Handrad-Adapter HRA 110
Werkstückvermessung	<ul style="list-style-type: none"> • TS 260: schaltendes 3D-Tastsystem mit Kabelanschluss oder • TS 460: schaltendes 3D-Tastsystem mit Infrarot-Übertragung oder • TS 444: schaltendes 3D-Tastsystem mit Infrarot-Übertragung oder • TS 640: schaltendes 3D-Tastsystem mit Infrarot-Übertragung oder • TS 740: schaltendes 3D-Tastsystem mit Infrarot-Übertragung
Werkzeugvermessung	<ul style="list-style-type: none"> • TT 160: schaltendes 3D-Tastsystem oder • TT 460: schaltendes 3D-Tastsystem mit Infrarot-Übertragung • TL Nano: Lasersystem zur berührungslosen Werkzeugvermessung oder • TL Micro: Lasersystem zur berührungslosen Werkzeugvermessung
Programmierplatz	<p>Steuerungssoftware für PC zum Programmieren, Archivieren, Ausbilden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einzelplatzlizenz mit Original-Steuerungsbedienfeld • Einzelplatzlizenz mit Bedienung über virtuelles Keyboard • Netzwerklizenz mit Bedienung über virtuelles Keyboard • Demo-Version (Bedienung über PC-Tastatur – kostenfrei)
Software für PC	<ul style="list-style-type: none"> • TeleService: Software zur Ferndiagnose, Fernüberwachung und Fernbedienung • CycleDesign: Software zum Erstellen einer eigenen Zyklenstruktur • TNCremo: Software zur Datenübertragung – kostenfrei • TNCremoPlus: Software zur Datenübertragung mit Livescreen-Funktion

Optionsnummer	Option	ab NC-Software 34059x-	ID	Bemerkung
0 1 2 3 4 5 6 7	Additional axis	01	354540-01 353904-01 353905-01 367867-01 367868-01 370291-01 370292-01 370293-01	Zusätzliche Regelkreise 1 bis 8
8	Advanced Function Set 1	01	617920-01	Rundtischbearbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Programmieren von Konturen auf der Abwicklung eines Zylinders • Vorschub in mm/min Interpolation : Kreis in 3 Achsen bei geschwenkter Bearbeitungsebene Koordinatenumrechnung : Schwenken der Bearbeitungsebene, PLANE-Funktion
9	Advanced Function Set 2	01	617921-01	Interpolation : Gerade in 5 Achsen 3D-Bearbeitung <ul style="list-style-type: none"> • 3D-Werkzeug-Korrektur über Flächennormalen-Vektor • Ändern der Schwenkkopfstellung mit dem elektronischen Handrad während des Programmlaufs; Position der Werkzeugspitze bleibt unverändert (TCPM = Tool Center Point Management) • Werkzeug senkrecht auf der Kontur halten • Werkzeug-Radiuskorrektur senkrecht zur Werkzeugrichtung • manuelles Fahren im aktiven Werkzeug-Achssystem
18	HEIDENHAIN DNC	01	526451-01	Kommunikation mit externen Windows-Anwendungen über COM-Komponente

Options-nummer	Option	ab NC-Software 34059x-	ID	Bemerkung
23	Display Step	01	632986-01	Anzeigeschritt bis 0,01 µm bzw. 0,00001°
40	DCM Collision	02	526452-01	Dynamische Kollisionsüberwachung DCM
42	DXF Converter	02	526450-01	DXF-Konturen einlesen und konvertieren
45	AFC Adaptive Feed Control	02	579648-01	Adaptive Vorschubregelung
46	Python OEM Process	01	579650-01	Python-Anwendung auf der TNC
48	KinematicsOpt	01	630916-01	Tastsystem-Zyklen zum automatischen Vermessen von Drehachsen
50	Turning	01	634608-01	Drehfunktionen: <ul style="list-style-type: none"> • Werkzeug-Verwaltung Drehen • Schneidenradius-Kompensation • Umschaltung Fräsbetrieb/Drehbetrieb • Drehspezifische Konturelemente • Drehzyklenpaket • Abwälzfräsen
52	KinematicsComp	05	661879-01	räumliche Fehler von Rund- und Linearachsen kompensieren
77	4 Additional Axes	01	634613-01	4 zusätzliche Regelkreise
78	8 Additional Axes	01	634614-01	8 zusätzliche Regelkreise
93	Extended Tool Management	01	676938-01	Erweiterte Werkzeugverwaltung
96	Advanced Spindle Interpolation	05	751653-01	Zyklen zum Interpolationsdrehen
131	Spindle Synchronism	05	806270-01	Drehzahlen von zwei oder mehr Spindeln können Winkelsynchron mit Übersetzungsverhältnis und definiertem Versatz synchronisiert werden
133	Remote Desk. Manager	01	894423-01	Anzeige und Fernbedienung externer Rechner-Einheiten (z. B. Windows-PC)
135	Synchronizing Functions	04	1085731-01	RTC: Echtzeit-Koppelfunktion zum Synchronisieren von Achsen und Spindeln
136	Visual Setup Control	06	1099457-01	VSC: Kamerabasierte Überprüfung der Aufspannsituation
141	Cross Talk Comp.	02	800542-01	CTC: Kompensation von Achs-Kopplungen
142	Pos. Adapt. Control	02	800544-01	PAC: Positionsabhängige Anpassung der Regelparameter
143	Load Adapt. Control	02	800545-01	LAC: Lastabhängige Anpassung der Regelparameter
144	Motion Adapt. Control	02	800546-01	MAC: Bewegungsabhängige Anpassung von Regelparametern
145	Active Chatter Control	02	800547-01	ACC: Aktive Ratter-Unterdrückung
146	Active Vibration Damping	04	800548-01	AVD: Aktive Vibrationsdämpfung

Übersicht

– Technische Daten

Technische Daten	Standard	Option
Komponenten	•	Hauptrechner MC • Regler-Einheit CC oder UEC • TFT-Farb-Flachbildschirm mit Softkeys BF (15,1 Zoll oder 19 Zoll) • Bedienfeld TE (passend für Bildschirm mit 15,1 Zoll oder 19 Zoll)
Betriebssystem	•	Echtzeit-Betriebssystem HEROS 5 zur Maschinensteuerung
Speicher	•	RAM-Speicher: 4 GByte • Programm-Speicher: SSDR ca. 21 GByte HDR ca. 144 GByte
Eingabefineinheit und Anzeigeschritt	•	Linearachsen: bis 0,1 µm • Winkelachsen: bis 0,0001° 23 Linearachsen: bis 0,01 µm 23 Winkelachsen: bis 0,00001°
Eingabebereich	•	Maximum 999999999 mm bzw. 999999999°
Interpolation	•	Gerade in 4 Achsen 9 Gerade in 5 Achsen (Export genehmigungspflichtig) • Kreis in 2 Achsen 8 Kreis in 3 Achsen bei geschwenkter Bearbeitungsebene • Schraubenlinie: Überlagerung von Kreisbahn und Gerade
Satzverarbeitungszeit	•	0,5 ms (3D-Gerade ohne Radiuskorrektur)
Achsregelung	•	Lageregelefinheit: Signalperiode des Positionsmessgeräts/1024 • Zykluszeit Lageregler: 200 µs (100 µs mit Option 49) • Zykluszeit Drehzahlregler: 200 µs (100 µs mit Option 49) • Zykluszeit Stromregler: minimal 100 µs (minimal 50 µs mit Option 49)
Verfahrweg	•	maximal 100 m (3937 Zoll)
Spindeldrehzahl	•	maximal 100000 U/min (bei 2 Polpaaren)
Fehler-Kompensation	•	lineare und nichtlineare Achsfehler, Lose, Umkehrspitzen bei Kreisbewegungen, Umkehrspiel, Wärmeausdehnung • Haftreibung, Gleitreibung
Datenschnittstellen	•	je eine V.24 / RS-232-C max. 115 kbit/s • erweiterte Datenschnittstelle mit LSV2-Protokoll zum externen Bedienen der TNC über die Datenschnittstelle mit HEIDENHAIN-Software TNCremo oder TNCremoPlus • 2 x Gigabit-Ethernet-Schnittstelle 1000BASE-T • 5 x USB (1 x Front USB 2.0, 4 x USB 3.0) 18 HEIDENHAIN-DNC zur Kommunikation zwischen einer Windows-Anwendung und TNC (DCOM-Interface)
Diagnose	•	schnelle und einfache Fehlersuche durch integrierte Diagnosehilfen
Umgebungstemperatur	•	Betrieb: 5 °C bis 40 °C • Lagerung: -20 °C bis +60 °C

– Steuerungsvergleich

Steuerungsvergleich	TNC 620 NC-SW 81760x03	TNC 640 NC-SW 34059x06	iTNC 530 NC-SW 60642x04
Einsatzgebiet	Standard Fräsen	High-End Fräsen/Drehen	High-End Fräsen
• einfache Bearbeitungszentren (bis 5 Achsen + Spindel)	●	●	●
• Werkzeugmaschinen/Bearbeitungszentren (bis 18 Achsen + 2 Spindeln)	–	●	●
• Fräs-/Dreh-Bearbeitungen (bis 18 Achsen + 2 Spindeln)	–	Option	–
Programmeingabe			
• im HEIDENHAIN-Klartext	●	●	●
• nach DIN/ISO	●	●	●
• DXF-Konverter	Option	Option	Option
• CAD-Vierer	●	●	Option
• Freie Kontur-Programmierung FK	Option	●	●
• Erweiterte Fräs- und Bohrzyklen	Option	●	●
• Drehzyklen	–	Option	–
NC-Programmspeicher	1,8 GByte	> 21 GByte	> 21 GByte
5-Achs- und Hochgeschwindigkeitsbearbeitung	Option	Option	Option
Satzverarbeitungszeit	1,5 ms	0,5 ms	0,5 ms
Eingabefinheit und Anzeigeschritt (Standard/Option)	0,1 µm/0,01 µm	0,1 µm/0,01 µm	0,1 µm/–
Neues Design für Bildschirm und Tastatur	Bildschirm 15"	Bildschirm 15"/19"	Bildschirm 15"/19"
Optimierte Benutzeroberfläche	●	●	–
Adaptive Vorschubregelung AFC	–	Option	Option
Aktive Ratter-Unterdrückung ACC	Option	Option	Option
Kollisionsüberwachung DCM	–	Option	Option
KinematicsOpt	Option	Option	Option
KinematicsComp	–	Option	Option
Tastsystem-Zyklen	Option	●	●
Paletten-Verwaltung	Option	●	●
Parallelachs-Funktion	●	●	–

- Standard
- nicht verfügbar

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 8669 31-0

FAX +49 8669 32-5061

E-mail: info@heidenhain.de

www.heidenhain.de

Vollständige und weitere Adressen siehe www.heidenhain.de
For complete and further addresses see www.heidenhain.de

DE	HEIDENHAIN Vertrieb Deutschland 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-3132 FAX 08669 32-3132 E-Mail: hd@heidenhain.de	ES	FARRESA ELECTRONICA S.A. 08028 Barcelona, Spain www.farresa.es	PL	APS 02-384 Warszawa, Poland www.heidenhain.pl
	HEIDENHAIN Technisches Büro Nord 12681 Berlin, Deutschland ☎ 030 54705-240	FI	HEIDENHAIN Scandinavia AB 01740 Vantaa, Finland www.heidenhain.fi	PT	FARRESA ELECTRÓNICA, LDA. 4470 - 177 Maia, Portugal www.farresa.pt
	HEIDENHAIN Technisches Büro Mitte 07751 Jena, Deutschland ☎ 03641 4728-250	FR	HEIDENHAIN FRANCE sarl 92310 Sèvres, France www.heidenhain.fr	RO	HEIDENHAIN Reprezentantă Romania Braşov, 500407, Romania www.heidenhain.ro
	HEIDENHAIN Technisches Büro West 44379 Dortmund, Deutschland ☎ 0231 618083-0	GB	HEIDENHAIN (G.B.) Limited Burgess Hill RH15 9RD, United Kingdom www.heidenhain.co.uk	RS	Serbia → BG
	HEIDENHAIN Technisches Büro Südwest 70771 Leinfelden-Echterdingen, Deutschland ☎ 0711 993395-0	GR	MB Milionis Vassilis 17341 Athens, Greece www.heidenhain.gr	RU	OOO HEIDENHAIN 115172 Moscow, Russia www.heidenhain.ru
	HEIDENHAIN Technisches Büro Südost 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-1345	HK	HEIDENHAIN LTD Kowloon, Hong Kong E-mail: sales@heidenhain.com.hk	SE	HEIDENHAIN Scandinavia AB 12739 Skärholmen, Sweden www.heidenhain.se
		HR	Croatia → SL	SG	HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD. Singapore 408593 www.heidenhain.com.sg
AR	NAKASE SRL. B1653AOX Villa Ballester, Argentina www.heidenhain.com.ar	HU	HEIDENHAIN Kereskedelmi Képviselet 1239 Budapest, Hungary www.heidenhain.hu	SK	KOPRETINA TN s.r.o. 91101 Trenčín, Slovakia www.kopretina.sk
AT	HEIDENHAIN Techn. Büro Österreich 83301 Traunreut, Germany www.heidenhain.de	ID	PT Servitama Era Toolsindo Jakarta 13930, Indonesia E-mail: ptset@group.gts.co.id	SL	NAVO d.o.o. 2000 Maribor, Slovenia www.heidenhain.si
AU	FCR Motion Technology Pty. Ltd Laverton North 3026, Australia E-mail: vicsales@fcrmotion.com	IL	NEUMO VARGUS MARKETING LTD. Tel Aviv 61570, Israel E-mail: neumo@neumo-vargus.co.il	TH	HEIDENHAIN (THAILAND) LTD Bangkok 10250, Thailand www.heidenhain.co.th
BE	HEIDENHAIN NV/SA 1760 Roosdaal, Belgium www.heidenhain.be	IN	HEIDENHAIN Optics & Electronics India Private Limited Chetpet, Chennai 600 031, India www.heidenhain.in	TR	T&M Mühendislik San. ve Tic. LTD. ŞTİ. 34775 Y. Dudullu – Ümraniye-Istanbul, Turkey www.heidenhain.com.tr
BG	ESD Bulgaria Ltd. Sofia 1172, Bulgaria www.esd.bg	IT	HEIDENHAIN ITALIANA S.r.l. 20128 Milano, Italy www.heidenhain.it	TW	HEIDENHAIN Co., Ltd. Taichung 40768, Taiwan R.O.C. www.heidenhain.com.tw
BR	DIADUR Indústria e Comércio Ltda. 04763-070 – São Paulo – SP, Brazil www.heidenhain.com.br	JP	HEIDENHAIN K.K. Tokyo 102-0083, Japan www.heidenhain.co.jp	UA	Gertner Service GmbH Büro Kiev 01133 Kiev, Ukraine www.heidenhain.ua
BY	GERTNER Service GmbH 220026 Minsk, Belarus www.heidenhain.by	KR	HEIDENHAIN Korea LTD. Gasan-Dong, Seoul, Korea 153-782 www.heidenhain.co.kr	US	HEIDENHAIN CORPORATION Schaumburg, IL 60173-5337, USA www.heidenhain.com
CA	HEIDENHAIN CORPORATION Mississauga, Ontario L5T2N2, Canada www.heidenhain.com	MX	HEIDENHAIN CORPORATION MEXICO 20290 Aguascalientes, AGS., Mexico E-mail: info@heidenhain.com	VE	Maquinaria Diekmann S.A. Caracas, 1040-A, Venezuela E-mail: purchase@diekmann.com.ve
CH	HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG 8603 Schwerzenbach, Switzerland www.heidenhain.ch	MY	ISOSERVE SDN. BHD. 43200 Balakong, Selangor E-mail: sales@isoserve.com.my	VN	AMS Co. Ltd HCM City, Vietnam E-mail: davidgoh@amsvn.com
CN	DR. JOHANNES HEIDENHAIN (CHINA) Co., Ltd. Beijing 101312, China www.heidenhain.com.cn	NL	HEIDENHAIN NEDERLAND B.V. 6716 BM Ede, Netherlands www.heidenhain.nl	ZA	MAFEMA SALES SERVICES C.C. Midrand 1685, South Africa www.heidenhain.co.za
CZ	HEIDENHAIN s.r.o. 102 00 Praha 10, Czech Republic www.heidenhain.cz	NO	HEIDENHAIN Scandinavia AB 7300 Orkanger, Norway www.heidenhain.no		
DK	TPTEKNIK A/S 2670 Greve, Denmark www.tp-gruppen.dk	PH	Machinebanks Corporation Quezon City, Philippines 1113 E-mail: info@machinebanks.com		

