

# KLARTEXT

AUSGABE 1

DIE TNC-ZEITUNG

MÄRZ '83

## Warum diese Zeitung?

KLARTEXT ist eine Zeitung für den Mann an der Werkzeugmaschine. Und besonders für den Maschinenwerker, der mit TNC-Steuerungen arbeitet.

KLARTEXT kann man nicht für Geld bekommen, KLARTEXT gibt es kostenlos.

KLARTEXT will nicht werben oder verkaufen. KLARTEXT will nicht belehren – aber auch nicht nur unterhalten.

Mit KLARTEXT wollen wir von HEIDENHAIN mit Ihnen, den Maschinenwerkern – und somit unseren eigentlichen Kunden – ins Gespräch kommen.

Wie oft schütteln wir im täglichen Umgang mit Geräten, Maschinen und Werkzeugen den Kopf, weil entweder die Handhabung umständlich ist oder bestimmte Funktionen sinnlos erscheinen. Hand auf's Herz! Ging es Ihnen bei der Einarbeitung Ihrer NC- oder TNC-Maschine nicht auch so. "So ein Blödsinn" werden Sie oftmals gedacht haben. Und dann sollten wir das wissen, um den Blödsinn aus der Welt schaffen zu können.

Andererseits wird das eine oder andere oftmals erst verständlich, wenn man durchblickt und die Zusammenhänge erkennt. Und das wollen wir Ihnen erleichtern, damit die Lernphase so kurz wie möglich bleibt. Das ist nun auch der Grund, warum TNC-Steuerungen mit Ihnen im "Klartext" korrespondieren. Sie müssen nicht erst eine Computersprache lernen und werden damit schneller mit Ihrer TNC-Maschine vertraut. Wir meinen, der technische Fortschritt soll uns auch und gerade das Arbeitsleben erleichtern. Nicht deswegen

ist jemand heute ein guter Mitarbeiter, weil er den Herstellungsprozess einer Feile herbeten kann, so wie er das einmal als Lehrling (damals gab es noch welche) gelernt hatte. Und ebenso dürfte heute das Auto mit unsynchronisiertem Getriebe, bei dem das Runterschalten nur mit Zwischengas ging – wer erinnert sich noch? – kein idealer Fahr-schulwagen mehr sein.

Nein, der technische Fortschritt und der Kampf um die Aufträge von morgen erfordern heute in jeder Branche höchste Flexibilität und Anpassungsfähigkeit – vom Chef, aber auch vom Mann an der Maschine. "Wie lange dauert es, bis man an einer neuen Maschine Späne machen kann" das allein ist in vielen Betrieben die entscheidende Frage geworden. Und warum sollte da nicht eine Steuerung helfen. Eine Steuerung wie die TNC's, die sich an der Maschine sagen läßt, was zu tun ist. Damit dieses Kennenlernen von Maschinenwerkern und Steuerung

schnell geht, spricht die Steuerung Klartext, so wie man es versteht, auch ohne vorherigen (Programmier-) Sprachkurs. Deshalb Klartext-Programmierung der TNC's und deshalb der Name KLARTEXT für diese Zeitung.

Und da man bekanntlich nie auslernt, wollen wir mit KLARTEXT Tips und Anregungen für den Umgang mit TNC-Steuerungen geben – auch für die, die schon fast alles wissen. Wir werden über wertvolle Neuigkeiten auf dem Sachgebiet NC, über Anwender-Erfahrungen, Neuentwicklungen und Verbesserungen und überhaupt über all das zum Thema TNC berichten, was Sie interessieren könnte, ohne daß Sie es wissen müssen.

Sehen Sie sich die erste Ausgabe von KLARTEXT einmal an. Schreiben Sie uns, wenn wir Ihnen die nachfolgenden Nummern kostenfrei zusenden sollen (Anforderungscoupon Seite 4) – oder wenn es etwas zu verbessern gibt, wenn Sie Vorschläge haben – aber auch, wenn wir Ihnen bei einem ganz bestimmten Problem helfen sollen.

... noch eine Bitte: Nehmen Sie KLARTEXT nicht zu ernst, zumindest sollten Sie über den KLARTEXT-Comic lachen. Und dann freuen Sie sich hoffentlich schon auf die nächste KLARTEXT-Nummer!

## Die Entwicklung der Fa. HEIDENHAIN

Das Stammhaus des Unternehmens ist die 1889 in Berlin gegründete Firma W. HEIDENHAIN. Erzeugt wurden zunächst Schablonen und Schilder. Dank der günstigen Marktstellung vergrößerte sich der Betrieb sehr rasch. Das 1928 entwickelte Bleisulfid-Verfahren (METALLUR) zum Herstellen präziser Kopien, trug wesentlich dazu bei.

Im Jahre 1945 wurden der Betrieb in Berlin und die Zweigwerke in Suhl und Gars zerstört. Zwei Jahre später – 1947 – wurde die Firma DR. JOHANNES HEIDENHAIN gegründet.

Aufbauend auf den jahrzehntelangen Erfahrungen des Stammhauses erlebte das Werk in Traunreut einen stetigen Aufschwung. Die Idee, Präzisionsteilungen photomechanisch zu kopieren, die gegen zahlreiche Vorurteile durchgesetzt wurde, schuf der Firma die Basis für ihre heutige Geltung. Das kurz nach dem Krieg entwickelte DIADUR-Verfahren half der Firma zu ihrer jetzigen Bedeutung. Die photomechanisch hergestellten Präzisionsteilungen bilden die Grundlage für die meisten HEIDENHAIN-Meßgeräte und für viele andere Erzeugnisse.

Die Steigerung der Genauigkeit und des Auflösungsvermögens zahlreicher Geräte ist auf die DIADUR-Präzision der Maßstäbe, Teilkreise, Impuls- und Codeteilungen zurückzuführen. Hatte 1938 der erste photomechanisch kopierte Glasmaßstab von 1 m Länge – eine Pionierleistung der Kopiertechnik – eine für damals erstaunliche Genauigkeit von 0,01 mm, so erreicht man heute bei ähnlichen Maßstäben Genauigkeiten von 0,0001 mm. Kreisteilungen können mit der sehr hohen Genauigkeit von 0,1" im Kopierweg hergestellt werden.



## Vom Zähler VRZ zur Steuerung TNC

Genauere Wegmeßsysteme gehören wohl zu den wichtigsten Elementen. Sie stellen und stellen einen Schwerpunkt des HEIDENHAIN-Programms dar. Als seinerzeit die auf dem Markt verfügbaren elektronischen Zähler als Positionsanzeigen für hochauflösende Wegmeßsysteme einfach zu langsam waren sah sich HEIDENHAIN veranlaßt, selbst Zähler zu bauen und damit den Schritt von Feinmechanik und Optik zur Elektronik zu tun.

Der Bedarf an preisgünstigen Steuerungen, die dem Werker an Bohr- und Fräsmaschinen bei seiner Arbeit helfen, öffnete der Firma HEIDENHAIN ein neues Feld. Die traditionellen Steuerungshersteller konzentrierten sich auf Steuerungen für Bearbeitungszentren und Drehmaschinen und ließen den großen Bereich der einfachen Bohr- und Fräsmaschinen unberücksichtigt.

Bei mindestens 80 % der Bearbeitungsaufgaben genügt die achsparallele Bearbeitung. Hinzu kommt, daß kleinere Firmen über keine ausgefeilte NC-Organisation verfügen; für diese Firmen ist es also notwendig, daß Bearbeitungsprogramme an der Maschine erstellt werden können.

Diese Marktlücke wurde von HEIDENHAIN durch den Schritt von Positionsanzeigen zur Tipp-Steuerung geschlossen. TNC bedeutet "Tipp-NC": Bei diesen Steuerungen werden die Bearbeitungsprogramme im allgemeinen an der Maschine eingegeben, eben "eingetippt".

Die ersten Steuerungen dieses Typs wurden im Jahre 1976 ausgeliefert: die TNC 110. Diese Steuerung wurde weiterentwickelt

der komfortablen Bedienungsführung ausgestattet wie die späteren TNC's, aber sie war relativ einfach zu programmieren und zu bedienen und war eben eine preisgünstige Maschinenbediener-NC.

Die TNC 121 wurde nach 3 Jahren abgelöst durch die Steuerungen TNC 125, TNC 131, bzw. 135. Die Punkt- und Streckensteuerungen TNC 131 bzw. TNC 135 waren die ersten TNC's mit Klartext-Dialog-Führung. Diese Art der Programmierung an der Maschine bot für den Maschinen-Bediener eine

wesentliche Erleichterung. Durch die Klartext-Programmierung wurden erstmals Programmierplatzfunktionen an die Maschine verlagert. Die Erstellung von Programmen an der Maschine wurde wesentlich vereinfacht, die Fehlerhäufigkeit wurde reduziert.

Dieser Steuerungstyp wurde konsequent weiterentwickelt zur Bahnsteuerung TNC 145 (erstmalig vorgestellt auf der EMO in Hannover im Jahre 1981). Komplizierte Konturen, die sich aus Geraden und Kreisbögen zusammensetzen, können mit Hilfe der Klartext-Dialog-Führung der TNC 145 vom Maschinen-Bediener direkt an der Maschine programmiert werden.

zur TNC 120 und dann zur TNC 121, die den Erfolg der HEIDENHAIN-Steuerungen begründete. Die TNC 121 – eine Punkt- und Streckensteuerung für einfache Bohr- und Fräsmaschinen – war noch nicht mit

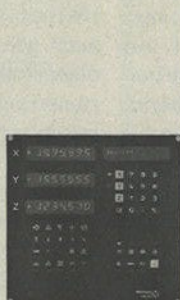
### TNC 121

Punkt- und Streckensteuerung für einfache Bohr- und Fräsmaschinen



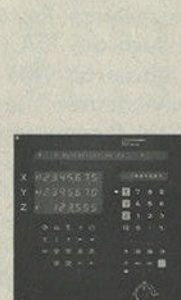
### TNC 125

einfache, sehr preisgünstige Punkt- und Streckensteuerung – fast ohne Dialog.



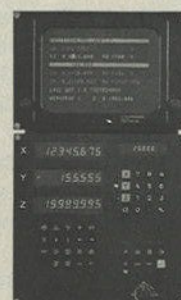
### TNC 131

Klartext-Dialogzeile (im übrigen wie die TNC 135).

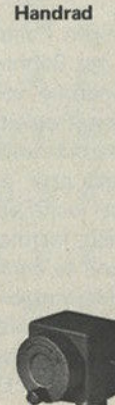


### TNC 135

Klartext-Dialog am Bildschirm.

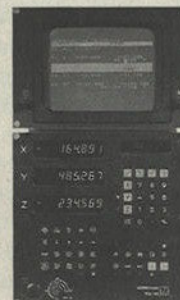


### elektronisches Handrad



### TNC 145

die TNC-Bahnsteuerung für 3 Achsen.



Die Firma DR. JOHANNES HEIDENHAIN war von Anfang an maßgeblich an der Entwicklung hochpräziser optischer und elektronischer Längen- und Winkelmeßgeräte beteiligt. Das verhalf ihr mit zur führenden Position auf diesem Gebiet der Meßtechnik. Besonderes Augenmerk richtete man stets auf die Entwicklung und Forschung. Jährlich gibt das Unternehmen dafür Millionenbeträge aus.

Seit 20 Jahren liefert HEIDENHAIN digitalelektronische Längen- und Winkelmeßsysteme für Maschinen, Geräte und Anlagen, seit 15 Jahren numerische Positionsanzeigen für Werkzeugmaschinen und seit 5 Jahren werkstattprogrammierbare numerische Steuerungen für Fräsmaschinen, Erodiermaschinen, Fräs- und Bohrwerke, Lehrenbohr- und Schleifmaschinen. In den Fertigungsstätten Traunreut, Berlin, Chicago und Sao Paulo arbeiten 1300 Menschen – 130 davon in Entwicklungsabteilungen.

# Programmieren: Ersterstellung und Optimierung in einer Hand

**“Bei der Frage ‘Programmieren an der Maschine – ja oder nein?’ darf man nicht Schwarz/Weiß-Malen. Abhängig vom Komplexitätsgrad des Werkstückes wird es immer wieder Teile geben, die sich direkt an der Maschine durchaus wirtschaftlich programmieren lassen.“** Diese Aussage eines im Musterbau tä-

**tigen Unternehmens aus München unterstreicht, daß Handeingabesteuerungen keine Exoten und auch kein Ersatz sind, sondern Maschinensteuerungen, die für bestimmte Fertigungsspektren durchaus Vorteile bieten. “Und bei uns paßt’s.”**

Musterbauteile, Prototypen, Null- und Kleinserien – so sieht das Fertigungsspektrum der Helmut Schmidbauer GmbH aus. Die Fräsarbeiten werden je nach Bearbeitungsanspruch auf folgenden Universal-Fräsmaschinen durchgeführt: 3 Mikron WF 3 DP mit TNC 121  
1 Mikron WF 3 DCM mit TNC 145  
1 Mikron WF 40 C mit TNC 145  
1 Maho 700 P mit TNC 135  
1 Maho 800 C mit TNC 135

Alle Maschinen sind also mit HEIDENHAIN-Steuerungen versehen. Dazu der Geschäftsführer Helmut Schmidbauer: “1978 hatten wir uns als erste Maschine eine Maho 300 P angeschafft, die mit der TNC 121 ausgerüstet war. Und wenn man sich einmal für ein System entschieden hat und mit diesem zufrieden ist, bleibt man leicht dabei.”

## Ist Programmieren an der Maschine wirtschaftlich?

Die Programmierung erfolgt bei den Münchenern sowohl direkt von der Zeichnung in die Maschine, als auch von der Zeichnung ins Terminal und Überspielung mit Lochstreifen in die Steuerung. Dabei ist der Anteil, der direkt an der Maschine programmiert wird, erstaunlich hoch. Dazu Helmut Schmidbauer: “Wenn ich auf die Frage ‘Programmieren an der Maschine – ja oder nein?’ mit einem ‘Ja, es geht ohne weiteres’ antworten würde, so wirft man mir sicherlich vor ‘der Mann hat keine Ahnung’ oder ‘der Mann hat noch Kunden mit goldenen Preisen’.

Ob das Programmieren an der Maschine wirtschaftlich vertretbar ist, hängt meiner Ansicht nach von betrieblichen Gefüge und von der Bearbeitungsaufgabe ab. Dabei stehen folgende drei Punkte im Vordergrund: Was für Teile werden im Unternehmen gefertigt? Was für Teile sollen auf der Maschine gefertigt werden? Und wie gut ist der Mann an der Maschine? Alle drei Punkte sprechen zum jetzigen Zeitpunkt sowie für die nahe Zukunft bei unserem Unternehmen für das Programmieren an der Maschine.

Einen weiteren wesentlichen Faktor stellt natürlich die Steuerung selbst dar. Denn die Ausrüstung einer Universal-Werkzeugfräsmaschine mit einer Handeingabesteuerung ist nur dann vertretbar, wenn sie einfach zu bedienen ist, einen Bildschirm und auch eine kostengünstige Archiviermöglichkeit besitzt. Bei uns hat sich vor allem die leichte Bedien- und Programmierbarkeit der HEIDENHAIN-Steuerung als vorteilhaft erwiesen. So konnten wir die Schulung unserer Mitarbeiter, bei denen es sich grundsätzlich um Facharbeiter handelt, im eige-

nen Haus ohne fremde Hilfe vornehmen.”

Weiter führt Helmut Schmidbauer aus: “Kommt in einem Unternehmen der reine ‘Kostenjäger’ zu Wort, so wird dieser sicherlich sagen ‘ein Profi an einen Programmierplatz, dort die Programme erstellen, dann das Material und das Programm so schnell wie möglich an die Maschine bringen und mit einem möglichst billigen Bediener produzieren’. Dies mag richtig sein, wenn er die geeigneten Teile mit den geeigneten Bearbeitungsaufgaben hat. Würde sich bei uns beispielsweise in Zukunft das Teilespektrum dorthin ändern, daß wir Teile mit einer Laufzeit von einer viertel oder halben Stunde haben und ich weiß, daß es sich dann um Wiederholteile handelt, so würde ich sehr bald davon abgehen, die Programmierung an der Maschine zu favorisieren. Denn die Änderung des Teilespektrums bedeutet für mich auch eine Änderung des Organisationsschemas.”

## “Mit einem Programmierplatz nicht schneller – nur sicherer”

“Steht die Maschine aber bei einem Werkzeugmacher, Muster- oder Formenbauer oder bei einem Kleinserien-Hersteller – in Unternehmen also, bei denen die Einzelstückfertigung vorherrscht –, so glaube ich nicht, daß ein Programmierplatz Vorteile bringt; auch nicht in der Effektivität. Ich wäre nie schneller,

### Das Unternehmen

**Die Helmut Schmidbauer GmbH, Feldkirchen bei München, ist Hersteller von Versuchsmechanik sowie Sondergeräten und Apparaten für die Forschung und das Experiment. Fertigt Konstruktionsmuster, Prototypen (in Einzel- und Kleinserien), Null- und Kleinserien. 20 Mitarbeiter im Fertigungsbereich (8 Auszubildende).**

vielleicht in einigen Fällen etwas sicherer; so bei der Bahnberechnung oder der Übernahme von Daten”, ergänzt Werkstättenleiter Peter Hauer die Ausführungen seines Chefs. “Es weiß aber auch jeder, was es bedeutet, wenn bei einer kooperativen Arbeit fachliche Probleme auftreten und es dann zu unterschiedlichen Meinungen kommt. Denn die Gefahr von Meinungsverschiedenheiten mit für das Betriebsklima negativen Auswirkungen, die zwischen dem Mann in der Ferti-

gung und dem Programmierer entstehen können, darf gerade in einem Betrieb unserer Größe nicht übersehen werden.”

Beachtet werden muß auch, daß bei der Schmidbauer GmbH nur Facharbeiter beschäftigt werden. Es



Helmut Schmidbauer (rechts), Geschäftsführer der GmbH: “Änderung des Teilespektrums bedeutet für mich auch eine Änderung des NC-Organisationsschemas.”

fehlt also der Mitarbeiter, der nur 30 oder 50 Prozent des Facharbeiter-Stundenlohns ausmacht.

Wenn Helmut Schmidbauer auch glaubt, daß von der Tendenz her gesehen die Programmierung an der Maschine sicherlich weniger werden wird, so sieht er doch eine Existenzberechtigung für diesen Steuerungstyp und für die Maschinen, an denen sie installiert sind. Denn auch die Weiterentwicklung der Handeingabe-Steuerungen bleibt nicht stehen: “Bei der TNC 121 hat sich das Preis/Leistungsverhältnis im Laufe der Jahre verschlechtert und auch die Ansprüche des Anwenders und Bediener haben sich geändert”, erklärt Helmut Schmidbauer: “Die TNC 135 hingegen halte ich bereits für eine ‘Volksteuerung’, mit der der Bediener schon nach kurzer Einführungszeit zurecht kommt.”

## Die Art der Steuerung richtet sich nach der Bearbeitungsaufgabe

Die Aufteilung der Arbeiten auf die einzelnen Fräsmaschinen erfolgt in der Regel so, daß die für den Bearbeitungsfall geeigneteste Steuerung zum Einsatz kommt. Durch das Zerlegen in mehrere Bearbeitungsschritte ist auch die TNC 121 mit ihren 128 Sätzen für viele Bearbeitungsfälle vollkommen ausreichend. Ist ein Teil der Programmierung für den Mann an der Maschine zu komplex, so übernimmt die Programmierung der Werkstättenleiter, entweder an der Maschine oder am Terminal mit anschließender Überspielung in die Steuerung per Loch-

streifen. Obwohl technisch nichts dagegen spricht, die HEIDENHAIN-Steuerung extern über ein Terminal zu programmieren, so hält man dies bei Schmidbauer für etwas umständlich – vielleicht auch ein Grund für den hohen Anteil an direkt eingegebenen Programmen.

Auch wenn zum derzeitigen Zeitpunkt bei den Münchenern kein Programmierplatz erforderlich ist, so sieht es Helmut Schmidbauer als negativ an, daß der Markt zur Zeit noch keinen Programmierplatz anbietet, der seine Bedürfnisse als HEIDENHAIN-Steuerungen-Besitzer erfüllt. Nach Aussage von HEIDENHAIN-Mitarbeitern sind jedoch auch hier bereits Kontakte zu entsprechenden Firmen aufgenommen worden.

## Dürfen 150 000 bis 200 000 Mark teure Maschinen stillstehen?

Bei Einzelteilen und kleinen Stückzahlen müßten gerade in einem Zulieferer-Betrieb die Programmierkosten stark in die Kosten einfließen. Wie sieht dies Helmut Schmidbauer? “Die erste Frage, die man sich stellen muß, lautet ‘Kann ich es mir leisten, eine 150 000 bis 200 000 Mark teure Maschine während des Programmierens stillstehen zu lassen?’ Hierauf darf man nicht global antworten, denn es gibt zum einen Teile, bei denen die Kosten für das Programmieren an der Maschine gegenüber einer konventionellen Bearbeitung um ein Vielfaches wieder herausgeholt werden können. Man darf auch nicht so tun, als ob der Arbeitsplatz eines Programmierers nichts kosten würde.”

“Wenn es heißt, ‘die Maschine und der Bediener steht’, so ist dies bei uns weniger ein Problem. Wichtiger ist vielmehr, daß ein gutes Werkstück herauskommt”, führt Peter Hauer ergänzend aus. “Sicherlich tut es einem weh, wenn man sieht, daß ein so teures Objekt steht und der Bediener Bahnberechnungen macht und nach Werten sucht, die die Maschine braucht. Bei uns ist es jedoch Prinzip, daß ich den Bediener mit einer Bearbeitungsaufgabe voll vertraue. Er muß also die Zeichnung lesen, gedanklich übersetzen, die Bearbeitungsgänge ausarbeiten und die Werkzeuge bestimmen. Und hier zeigen sich wieder Vorteile für die Handeingabe an der Maschine, denn häufig bestimmt sich erst an der Maschine – oftmals im Gespräch mit mir – wie sich ein Teil am besten bearbeiten läßt. Spann- und Verzugsprobleme sind nur zwei Punkte, die ein externer Programmierer gar nicht so leicht im Programm berücksichtigen kann.

## Der Facharbeiter ist auch weiterhin gefragt

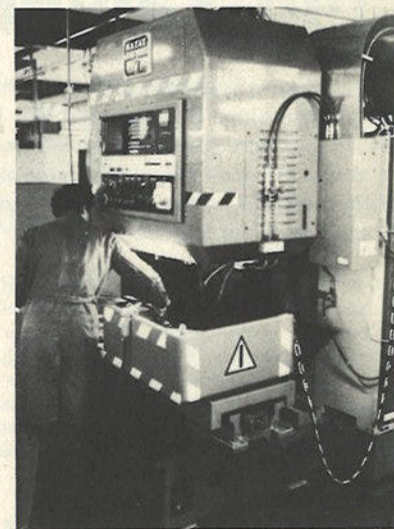
Helmut Schmidbauer stellt aber auch ganz klar heraus, daß die bedienerfreundlichste Handeingabesteuerung oder der beste Programmierplatz ohne den Facharbeiter, der auch die konventionelle Maschine beherrscht, wenig nützlich ist. “Wir haben natürlich nicht nur den Spitzenmann. Doch ist das Programm erst einmal optimiert und liegt eine größere Serie vor, dann

stell’ ich eben den etwas weniger qualifizierten Bediener an die Maschine und übergebe dem Spitzenmann an einer anderen Maschine eine neue Aufgabe. Zudem muß auch beim Personal ein Umdenken erfolgen. Denn die im Grunde genommen ‘dumme’ Steuerung verlangt vom Bediener eine gewisse Logik und Systematik in der Arbeit, trotz der dialoggeführten Programmierung. Wenn der Bediener die verlangte Denkweise nicht erreicht, so fängt meiner Meinung nach die Unwirtschaftlichkeit einer Steuerung an.”

“Ich gebe den HEIDENHAIN-Steuerungen gerade in Betrieben wie dem unseren, aber auch in ‘Abteilerabteilungen’ der großen Betriebe, wenn sie autark arbeiten, eine große Chance und auch für die Zukunft eine lange Existenzberechtigung”, führt Helmut Schmidbauer abschließend aus. “Für mich als Unternehmer werden jedoch einige Entscheidungen anstehen. Denn wettbewerbsfähig bleiben wir nur, wenn wir auch weiterhin expansiv sind. Und dazu gehört natürlich auch, daß wir uns Gedanken darüber machen, was in den nächsten drei bis fünf Jahren auf uns zukommt. Bleibt es beim bisherigen Fertigungsspektrum, so können wir mit der bisher gehandhabten Programmierung auskommen. Ändern wir uns jedoch in der Arbeitsstruktur, was aus Wettbewerbsgründen sicherlich notwendig wird, so müssen wir den zentralen Programmierplatz und die weitere Verknüpfung der Maschinen mit diesem Programmierplatz ins Auge fassen.”

## Bearbeitungszentrum – erster Schritt weg vom Musterbau?

“Ein erster Schritt in diese Richtung stellt der Einsatz eines Bearbeitungszentrums dar, zur Bearbeitung von Teilen, die mit dem Musterbau nur noch wenig zu tun haben. Da wir aber auch Musterbau mit Überleitung zur Serienfertigung machen, kommt es öfters vor, daß wir Teile dann als Pilotserie laufen haben – 100, 1 000, in Ausnahmefällen auch 3 000 Stück. Diese kön-



Das neue Bearbeitungszentrum erleichtert die Überleitung vom Musterbau zur Serienfertigung.

nen wir jetzt leicht auf dem Zentrum bearbeiten.

Es zeigt sich also ganz klar, daß sich aus der Bearbeitungsaufgabe die Forderung nach den richtigen Fertigungsmitteln ergibt. Und das gilt auch für den Steuerungssektor.”

Nachdruck aus der Fachzeitschrift “moderne fertigung”

Programmierbeispiel TNC 145:

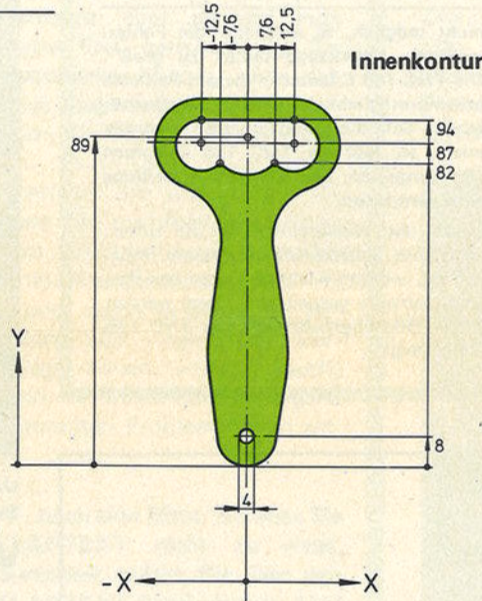
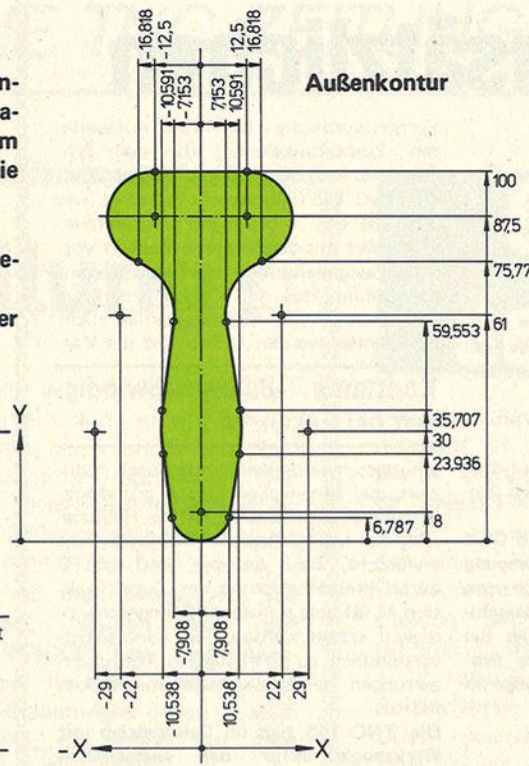
# Flaschenöffner

Was tun, falls ein Kollege Geburtstag hat, eine Kiste Limonade spendiert (Bier gibt's ja während der Arbeitszeit eher nicht) und kein Flaschenöffner vorhanden ist? Die Lösung: schnell das folgende Programm in die TNC 145 eintippen und schon ist der Flaschenöffner so gut wie fertig.

Folgendes ist jedoch zu beachten:

- Werkzeuge, Spindeldrehzahlen und Arbeitsvorschübe müssen entsprechend dem Werkstoff festgelegt werden.
- Die Z-Zustellung in den Sätzen 11, 36 und 50 muß entsprechend der Materialdicke gewählt werden.

Programmsatz	Vorgang	
1 LBL 1	Anfahren der Werkzeugwechsel-Position	
2 TOOL CALL 0 Z S 0		
3 Z+10,000		
4 L X-20,000 Y-20,000 R0 F9999 M05		
5 LBL 0		
6 TOOL DEF 1 L... R...		
7 STOP	Werkzeug-Definition 1, programmierter Halt und Werkzeug-Aufruf 1 (Werkzeug zum Fräsen der Außen- und Innenkontur)	
8 TOOL CALL 1 Z S 0	Außenkontur anfahren	
9 L X+0,000 Y+0,000 RR F9999 M 03		
10 Z+1,000		
11 Z...	In das Werkstück einstechen	
12 CCX+0,000 Y+8,000	Außenkontur fräsen	
13 C X+7,908 Y+6,787 DR+ RR F... M		
14 L X+10,538 Y+23,936 RR F... M		
15 CCX-29,000 Y+30,000		
16 C X+10,591 Y+35,707 DR+ RR F... M		
17 L X+7,153 Y+59,553 RR F... M		
18 CCX+22,000 Y+61,693		
19 C X+16,818 Y+75,770 DR- RR F... M		
20 CCX+12,500 Y+87,500		
21 C X+12,500 Y+100,000 DR+ F... M		
22 L X-12,500 RR F... M		
23 CCX-12,500 Y+87,500		
24 C X-16,818 Y+75,770 DR+ RR F... M		
25 CCX-22,000 Y+61,693		
26 C X-7,153 Y+59,553 DR- RR F... M		
27 L X-10,591 Y+35,707 RR F... M		
28 CCX+29,000 Y+30,000		
29 C X-10,538 Y+23,936 DR+ RR F... M		
30 L X-7,908 Y+6,787 RR F... M		
31 CCX+0,000 Y+8,000		
32 C X+0,000 Y+0,000 DR+ RR F... M 98		
33 Z+10,000		Werkzeug-Achse vom Werkstück wegfahren
34 L X+7,600 Y+82,000 RL F9999 M		Innenkontur anfahren
35 Z+1,000		In das Werkstück einstechen
36 Z...		
37 CCX+12,500 Y+87,000		Innenkontur fräsen
38 C X+12,500 Y+94,000 DR+ RL F... M		
39 L X-12,500 RL F... M		
40 CCX-12,500 Y+87,000		
41 C X-7,600 Y+82,000 DR+ RL F... M		
42 CCX+0,000 Y+89,393		
43 C X+7,600 Y+82,000 DR+ RL F... M 98	Anfahren der Werkzeugwechsel-Position	
44 CALL LBL 1 REP		
45 TOOL DEF 2 L... R 2,000		
46 STOP	Werkzeug-Definition 2, programmierter Halt und Werkzeug-Aufruf 2 (Werkzeug zum Herstellen der Bohrung)	
47 TOOL CALL 2 Z S...	Bohrung anfahren und Bohrung ausführen	
48 L X 0,000 Y 8,000 R0 F9999 M03		
49 Z+1,000		
50 Z...		
51 CALL LBL 1 REP	Anfahren der Werkzeugwechsel-Position	



## TNC-Lexikon

### Punktsteuerung, Strecken-Interpolation, Bahnsteuerung

Eine Punktsteuerung hat die Aufgabe, bestimmte Positionen mit möglichst hoher Geschwindigkeit anzufahren. Diese Steuerung wird vor allen Dingen bei Bohrmaschinen eingesetzt. Bei einer Streckensteuerung wird der Zielpunkt mit einem bestimmten Vorschub auf einer Geraden angefahren. Diese Steuerung wird vorwiegend bei Fräs- und Drehmaschinen eingesetzt.

In den meisten Fällen wird eine Kombination aus beiden Steuerungen angeboten, z.B. die TNC 131 bzw. die TNC 135. Mit dieser Steuerung können Positionswerte sowohl mit hoher Geschwindigkeit (bis max. 10 m/min.) angefahren werden, als auch einfache Werkstücke mit programmierbarem Vorschub bearbeitet werden.

Zur Herstellung komplizierter Konturen werden Bahnsteuerungen eingesetzt. Bei diesen Steuerungen wird die Kontur aus mathematisch definierbaren Teilstücken zusammengesetzt (z.B. Gerade, Kreis).

Man unterscheidet zwischen folgenden Steuerungsarten:  
 2 D-Steuerungen – die Bahnbearbeitung ist in einer Ebene möglich, z.B. in der X-Y-Ebene.  
 2 1/2 D-Steuerungen – die Bahnbearbeitung kann bei diesen Steuerungen auf den verschiedenen Ebenen ausgeführt werden (bei einer 3-Achsen-Steuerung bedeutet dies, daß die Bearbeitung entweder in der X-Y-Ebene, X-Z-Ebene oder Y-Z-Ebene ausgeführt wird).

3 D-Steuerungen ermöglichen das dreidimensionale Bearbeiten von Werkstücken, d.h. bei der Bearbeitung werden drei Achsen gleichzeitig gesteuert.

Als Interpolation bezeichnet man die Berechnung von Zwischenpunkten eines Konturstückes. Man unterscheidet zwischen Geraden- und Kreis-Interpolation. Bei der Geraden-Interpolation (Linear-Interpolation) werden von der Steuerung die Zwischenpunkte einer Geraden berechnet. Die Gerade ist im Bearbeitungsprogramm festgelegt durch den Anfangspunkt und den Endpunkt der Geraden. Die Zwischenwerte werden von dem Rechner der Steuerung selbstständig nach mathematischen Formeln berechnet und der Maschinenschlitten bzw. das Werkzeug wird entsprechend gesteuert.

Bei der TNC 145 wird die Geraden-Interpolation programmiert durch Drücken der Taste **L**.

### Bei der Kreis-Interpolation (Zirkular-Interpolation)

werden von der Steuerung die Zwischenpunkte eines Kreises berechnet. Der Kreis ist im Bearbeitungsprogramm festgelegt durch den Anfangspunkt, den Endpunkt und den Kreismittelpunkt. Die Zwischenwerte werden ebenfalls von dem Rechner der Steuerung berechnet. Bei der TNC 145 wird der Kreis-Mittelpunkt programmiert durch Drücken der Taste **CC**. Die Kreis-Interpolation wird programmiert durch Drücken der Taste **C** oder durch tangentialen Anschließen.

## TNC-Lexikon

### TNC-Wortspiele

Die versteckten Wörter – Thema: Bahnsteuerung TNC 145 – sind senkrecht, waagrecht, diagonal sowie vorwärts oder rückwärts zu lesen. Damit Sie wissen, was wir meinen, haben wir das Wort "Programm" eingekreist. Die zu suchenden Wörter können Sie in der nachstehenden Checkliste abhaken:

I Ö L L A U F H P R O M L L E B A L  
 N A H Ä Y C E U O T A A T T B H P C  
 K B A N W A H Q L G O W K E A B O T  
 R S Z G T P L S N C K N K N U N S E  
 E O H E I H R E E S U O D A I I I T  
 M L E F E R T N P P N R A A R S T G  
 E U R P A B D R L T A N H A U T I N  
 N T D E A E O L U D E N D E N W O U  
 T L N N I G U R P H E I E R D E N R  
 A I D C R N S C C D U A E I U R O E  
 L R Q A E U Z S I S L O D T N T D U  
 R L M L O Y A E I B L E B A G N I E  
 P M D L K T H P L E Z T A S G I A T  
 O N L L S E T O M S N A R T D N L S  
 T I U I E G I E Z N A E B A E C O N  
 S S E D T O G F C O L T R T C H G H  
 B R A U M G E R A D E R Z U I C I A  
 K T L O C H B A N D I M A R Y D E B

- |               |            |
|---------------|------------|
| ABSOLUT       | LAUF       |
| ACHSE         | LINEAR     |
| ANZEIGE       | LOCHBAND   |
| BAHNSTEUERUNG | MAGNETBAND |
| CALL          | NULLPUNKT  |
| DIALOG        | POL        |
| DREHZAHL      | POSITION   |
| EINGABE       | PROGRAMM   |
| EINZELSATZ    | RADIUS     |
| GO TO         | RAUMGERADE |
| HANDRAD       | REF        |
| HEIDENHAIN    | RUNDUNG    |
| INCH          | SATZ       |
| INKREMENTAL   | SET        |
| ISTWERT       | STOP       |
| KONTUR        | TASTATUR   |
| KREISTASCHE   | TNC        |
| LABEL         | TOOL       |
| LÄNGE         | ZYKLUS     |

**TNC-Neuheiten:**

# TNC 145 C mit zusätzlichen Funktionen

Die bewährte Bahnsteuerung TNC 145 wurde weiterentwickelt zur Bahnsteuerung TNC 145 C. Sie wurde mit zusätzlichen Funktionen ausgestattet, die das Arbeiten mit der Steuerung noch komfortabler machen.

So ermöglicht die TNC 145 C den Wiedereintritt in ein unterbrochenes Bearbeitungsprogramm. Bei der TNC 145 mußte bei einer korrigierten, unterbrochenen Kontur der vorhergehende TOOL CALL-Satz angewählt werden. Bei der TNC 145 C kann direkt bei dem unterbrochenen Satz der Programmlauf wieder fortgesetzt werden, da die Steuerung folgende Daten speichert:  
 — das zuletzt aufgerufene Werkzeug  
 — die abgearbeiteten Spiegelungen und Nullpunkt-Verschiebungen

- die Absolutwerte der Nullpunkt-Verschiebungen in den drei Achsen
- den Kreismittelpunkt CC im Absolutmaß
- den zuletzt definierten Arbeitszyklus
- den aktuellen Stand bei Programmteiler-Wiederholungen
- die Rücksprungadresse bei Unterprogrammen.

Die gespeicherten Daten werden auf dem Bildschirm der TNC 145 C angezeigt (siehe Abbildung).

Ein weiterer Vorteil der TNC 145 C ist der Testlauf ohne Maschinenbewegung zur Überprüfung eines eingespeicherten Bearbeitungsprogramms ohne Maschinenbewegung. Die Steuerung zeigt bei diesem Testlauf alle erkennbaren Programmierfehler in der Dialog-Anzeige im Klartext an.

Ferner wurde die TNC 145 C mit weiteren Zusatzfunktionen, die den Programmablauf beeinflussen, ausgestattet. Die TNC 145 C überwacht zunächst (wie auch die TNC 145), ob die programmierte Kontur mit dem programmierten Vorschub eingehalten werden kann. Besteht die Gefahr, daß der Konturverlauf bei Außenecken und kleinen Radien nicht eingehalten werden kann, wird die Vor-

### Konstante Bahngeschwindigkeit bei Ecken: M 90

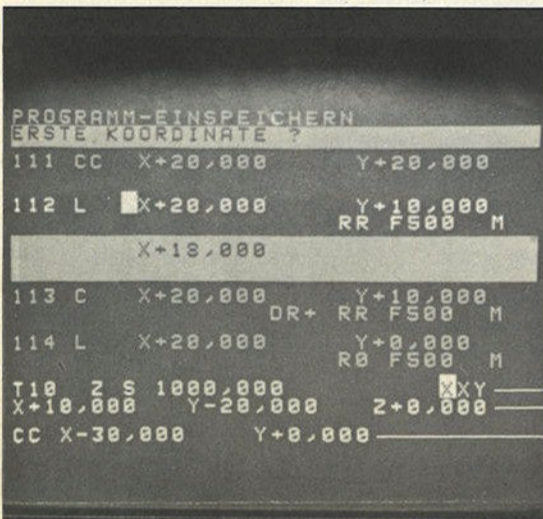
schubgeschwindigkeit automatisch reduziert; bei Innenecken erfolgt grundsätzlich ein Achsstillstand. Ist die Reduzierung der Vorschubgeschwindigkeit nicht erwünscht, kann bei der TNC 145 C durch Programmierung der Zusatzfunktion M 90 eine konstante Bahngeschwindigkeit erzielt werden. Dies kann selbstverständlich zu geringfügigen Konturverzerrungen bei Außen- und Innenecken führen.

Die TNC 145 fügt im Bahnbetrieb mit Werkzeugkorrektur bei Außenecken automatisch einen Übergangskreis ein. Ist das Einfügen des Übergangskreises

### Bahnschnittpunkt-Korrektur bei Außenecken: M 97

nicht möglich, so erscheint die Fehlermeldung "Werkzeug-Radius zu groß". Die TNC 145 C bietet in diesem Fall eine Lösungsmöglichkeit: wird in dem betreffenden Satz die Funktion M 97 programmiert, so fügt die TNC 145 C keinen Übergangskreis ein. Die Fehlermeldung wird vermieden.

Damit der Wiedereintritt in ein unterbrochenes Bearbeitungsprogramm möglich ist, werden wichtige Daten des Programmablaufs gespeichert. Diese werden in der Bildschirm-Anzeige der TNC 145 C angezeigt.

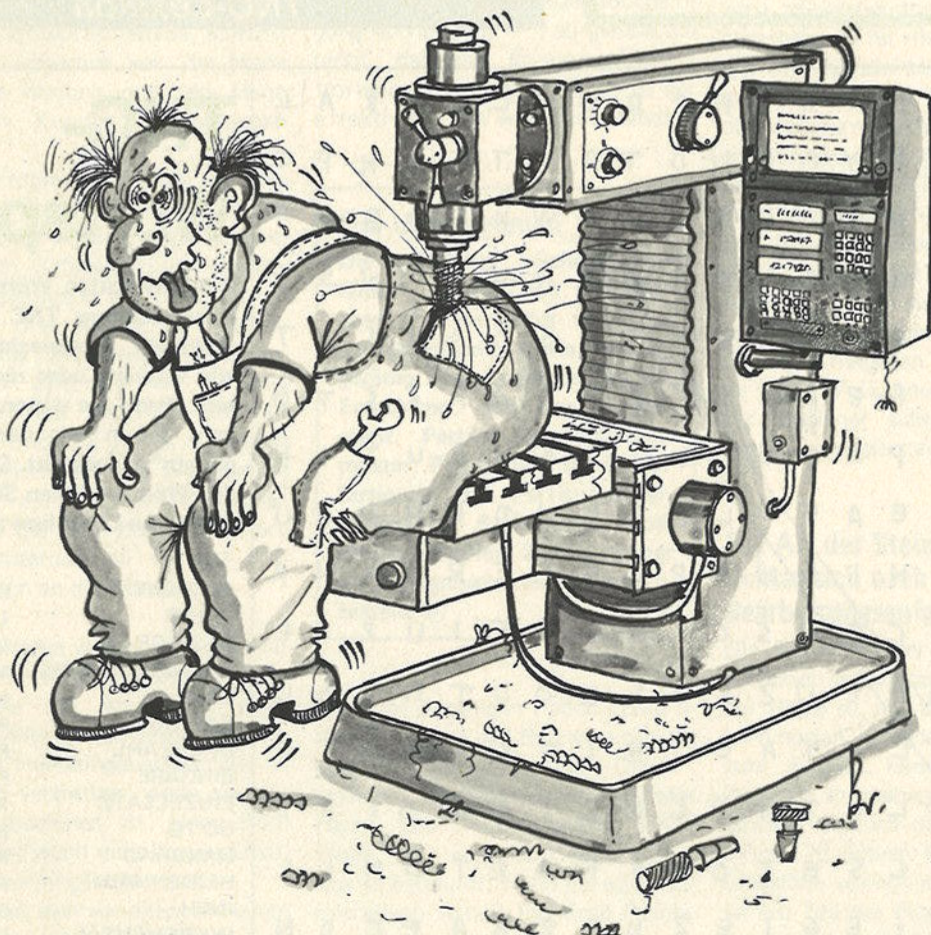


Werkzeugnummer, Werkzeugachse, Spindeldrehzahl und Status-Anzeige für die Zyklen Nullpunkt-Verschiebung und Spiegeln

Absolutwerte der Nullpunkt-Verschiebungen

Kreismittelpunkt CC im Absolutmaß

## TNC-Witze



BEARBEITUNGSZYKLUS: "TASCHENFRÄSEN"

# TNC-Seminare

Für die Bedienung und Programmierung der HEIDENHAIN-Steuerungen TNC 131/135 und TNC 145 veranstalten wir Schulungen in Traunreut. Die Teilnehmer sind Mitarbeiter von Maschinenherstellern, Handelsfirmen und von Anwendern TNC-gesteuerter Maschinen. Dazu sind Vorkenntnisse der spannenden Bearbeitung von Werkstücken erforderlich.

Unser Schulungsraum ist für zwölf Teilnehmer eingerichtet. Je zwei Teilnehmer arbeiten gemeinsam an einem Übungsplatz mit einer TNC-Steuerung. Die selbsterstellten Werkstückprogramme werden mit einem Maschinenmodell (drei Achsen) "abgearbeitet", gemeinsam diskutiert und – falls nötig – korrigiert.

Unsere Schulungstermine für 1983 sind:

TNC 131/135	TNC 145
15.03. – 18.03.	26.04. – 29.04.
03.05. – 06.05.	21.06. – 24.06.
05.07. – 08.07.	30.08. – 02.09.
13.09. – 16.09.	27.09. – 30.09.
11.10. – 14.10.	08.11. – 11.11.
22.11. – 25.11.	13.12. – 16.12.

Eine Schulung kostet DM 430,- + MWSt pro Person; Reise- und Hotelkosten sind in diesem Betrag nicht enthalten.

Zur Auflockerung des viertägigen Lehrprogramms fahren wir an einem der Schulungstage zum gemeinsamen Abendessen in ein Gasthaus der Umgebung. An diesem Abend sprechen wir nicht vom Klartext – klar?

Ihr Ansprechpartner bei HEIDENHAIN in Traunreut ist Herr Loh, Telefondurchwahl (08669) 31-491.



Unser Raum für TNC-Schulungen: für je 2 Teilnehmer ein Übungsplatz mit TNC-Steuerung.

## Schnell rein in den KLARTEXT-Adressen-Computer

Bitte senden Sie mir den kostenlosen "KLARTEXT":

Name \_\_\_\_\_

Abteilung \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Straße/Hausnummer bzw. Postfach \_\_\_\_\_

PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Wenn die beigelegte Anforderungs-Postkarte fehlen sollte ...

... Sie aber regelmäßig KLARTEXT lesen wollen: Schicken Sie uns den obigen Coupon – möglichst mit Schreibmaschine oder Druckbuchstaben ausgefüllt – zurück. Einfach ausschneiden, auf eine Postkarte kleben und absenden an:

**DR. JOHANNES HEIDENHAIN**  
 Abt. KLARTEXT  
 Postfach 1260  
 D-8225 Traunreut

## IMPRESSUM

**KLARTEXT**  
 Die TNC-Zeitung

**Herausgeber:**  
 DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH  
 Postfach 1260  
 D-8225 Traunreut  
 Tel. (08669) 31-1, Telex 56 831

**Verantwortlich:**  
 Albert Kraller  
 Tel. (08669) 31-429

Erscheint in zwangloser Folge. Über zugesandte Beiträge freuen wir uns.