

Das Abenteuer CNC

NC und CNC am Anfang

Jeder, der sich mit der NC-Geschichte beschäftigt hat, weiß mittlerweile, dass die ersten Schritte der NC mit einer Fräsmaschine für die US Air Force begannen. Hier beschreibe ich, wie ich selbst die Eroberung der Produktion durch die CNC-Technik erlebte.

Die Älteren meiner Kollegen kennen so etwas noch und haben sicher auch alte Erinnerungen an das Abenteuer NC/CNC.

Die Jüngeren werden über die Technik aus früheren Zeiten nur noch ein müdes Lächeln übrig haben. Dennoch schadet es nicht zu wissen, wie die Anfänge waren.

Meine Erfahrungen

Zum Abschluss meiner zweiten Berufsausbildung an einer überbetrieblichen Einrichtung Ende der siebziger Jahre, bekamen die 12 besten Absolventen ein vom Arbeitsamt bezahltes Stipendium für einen viermonatigen CNC-Kurs in Vollzeit. Dieser sehr ausführliche Kurs war für mich sehr wertvoll und damals noch etwas Besonderes, gab es doch zu dieser Zeit noch kaum eine Institution, welche auf diese neue Herausforderung eingerichtet war. Das mittlerweile in CNC-Kreisen überall bekannte NC-Handbuch von Hans B. Kief war auch erst seit kurzem erhältlich. Unmittelbar nach dem CNC-Kurs trat ich in ein führendes Unternehmen der Medizintechnik ein, welches gerade in dem selben Jahr die CNC-Fertigung im Unternehmen einführen wollte. Der Zeitpunkt meines Eintritts war ein Glücksfall für beide Seiten und der innerbetriebliche Aufstieg blieb nicht aus.

Die üblichen Losgrößen für die Einzelteile lagen zwischen 50 und 2000 Stück. Die Einführung der CNC-Fertigungstechnik musste behutsam durchgeführt werden. Außer mir war niemand in CNC-Technik ausgebildet und die Belegschaft schielte argwöhnisch auf diese neue Technik, die vielleicht viele Arbeitsplätze kosten könnte. Zur Beruhigung: wir nutzten dies zu einer erheblichen Kapazitätsausweitung, es wurde in der Folge zusätzliches Personal eingestellt und die Leute, welche von ihrer alten konventionellen Maschine zur CNC-Maschine wechselten, wurden finanziell und im Ansehen aufgewertet.

Der Verlauf ging nach folgendem Schema vonstatten: das Unternehmen kaufte die erste CNC-Drehmaschine. Ich nahm sie in Betrieb und arbeitete das Personal ein, währenddessen wurden weitere Maschinen des gleichen Typs hinzugekauft. Nach ca. einem Jahr stand eine neue Betriebsgruppe, die selbständig weiterproduzieren konnte. Es brauchte wirklich ein Jahr, weil die CNC-Technik noch nicht Bestandteil der Ausbildung war und weil die ganze Schulung während der Produktion geschehen musste.

Dann wurde ein teures Bearbeitungszentrum mit Palettenwechsler gekauft. Wieder ein Jahr Einarbeitung und Übergabe an meine Nachfolger und danach ein anderer Drehmaschinentyp, wiederum ein Jahr, bis andere Bearbeitungszentren folgten, usw. Nach rund acht Jahren produzierten immerhin über 150 CNC-Maschinen im Betrieb. Danach war ich als Fertigungsleiter in anderen Unternehmen tätig, bis ich vor vielen Jahren an einer Hochschule hängen blieb, wo ich bis zum Ruhestand mit der gesamten Praxis im Maschinenbau befasst war.

Technik

Frühere Steuerungen

Damals war eine NC-/CNC-Maschine noch eine „heilige Kuh“ im Unternehmen, sündhaft teuer und nur die Besten durften sie überhaupt berühren.

Kein Wunder, kostete doch seinerzeit die Steuerung ungefähr das dreifache der Maschine und die Bedienung war noch alles andere als anwenderfreundlich.

Die Zahlen kannten keine Kommastellen, die nachfolgenden Nullen für die 1/100 oder 1/1000 mm mussten mit eingegeben werden.

Es gab keinen richtigen Bildschirm, nur Zahlenfelder, wo man häufig genau hinschauen musste, um sich nicht zu verzetteln. Die Steuerung zeigte dann nur, je nach Einstellung, die Position, den aktuellen Satz oder die angewählte Werkzeugkorrektur an.

Die Fräserradiuskorrektur / Schneidenradiuskompensation musste man noch selbst errechnen.

Ein Probelauf war eine gefährliche Sache, denn die Steuerungen hatten noch keine eingebaute Simulation.

In unserem CNC-Kurs gab es zwar eine überaus teure 2-D Simulation, die den Werkstückumriss und die Mittelpunktsbahn mit einem Plotter auf ein Blatt Papier zeichnete, jedoch war die Bedienung sehr umständlich und somit als schnelle Vorschau für ein einfaches Werkstück absolut ungeeignet.

Lochstreifen

Die Lochstreifen waren früher das übliche Medium zur Abarbeitung eines NC-Programms und zur Datensicherung. Sie sind ein Zoll breit und wurden auf Spulen oder zusammengerollt in Kunststoffboxen gelagert.

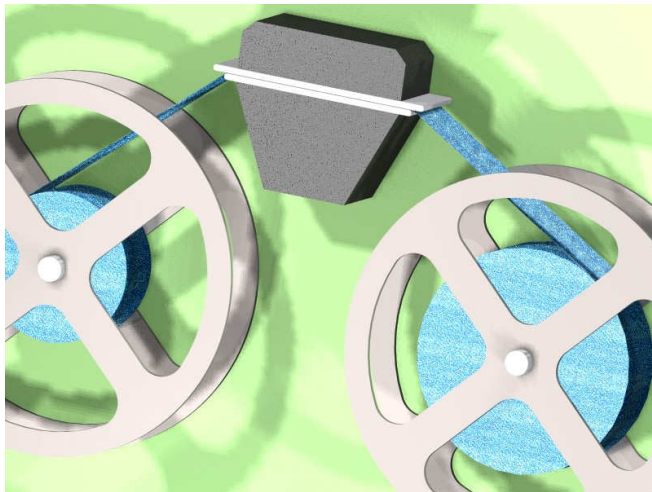


Jede Reihe eines Lochstreifens hat einen Code, der eine Ziffer, einen Buchstaben oder ein Sonderzeichen (z. B. Anfang, Ende, Löschen) beinhaltet. Es gibt dafür den ISO- oder den EIA-Code, welche sich in der Anzahl der Löcher (gerade oder ungerade) unterscheiden. Dazu gehört in jede Reihe noch ein kleineres Loch der Transportspur, ähnlich wie bei einem Film. Die Lochstreifen werden so abgeschnitten, dass sie am Anfang eine Spitze und am Ende einen Ausschnitt haben, um Anfang und Ende nicht zu verwechseln.



Bei der Abarbeitung eines NC-Programms wurde der Lochstreifen (wenn er nicht zu lang war) entweder am Anfang und Ende zu einem Endlosband verklebt, in einen speziellen Schacht mit Lesekopf eingelegt, oder er war wie auf einem Tonbandgerät auf zwei Spulen aufgewickelt. Daher stammen auch die beiden verschiedenen Bezeichnungen für Programm Ende, M02 = Programm Ende, M30 = Programm Ende mit Rückspulen zum Anfang.

Dieser Lochstreifen wurde von einem Mitnehmerrad (ähnlich einem Zahnrad) in der Transportspur über den Lesekopf gezogen und die Maschine führte die Befehle aus. Dabei durfte natürlich der Lochstreifen nicht weiterlaufen, bevor ein Befehl auf der Maschine abgearbeitet war, das Ganze musste also synchronisiert werden. Deshalb gingen die Bewegungen des Lochstreifens nicht gleichmäßig vonstatten, sondern sahen wie „abgehackt“ aus.



Lochstreifen auf Spulen



Endloslochstreifen

Bei den später folgenden CNC-Maschinen diente der Lochstreifen nur noch zur Datenübertragung/-Speicherung, da das Programm im Speicher der Maschinensteuerung gehalten wurde, von dort aus abgearbeitet wurde und dort auch geändert werden konnte.

Dazu ist jeweils ein Lochstreifenleser zum Einlesen und ein Lochstreifenstanzer zum Auslesen notwendig, der an der Maschine angeschlossen werden kann.

Die Lochstreifen wurden folgendermaßen erstellt: es gab eine Art Schreibmaschine „Teletype“ genannt, wo der eingegebene Text auf einem Blatt Papier erschien, dazu stanzte ein angebauter oder extern angeschlossener Stanzer bei jedem Anschlag den entsprechenden Code in den Lochstreifen. Bei einem Tippfehler konnte mit einer Delete-Taste das letzte Zeichen gelöscht werden, der Stanzer transportierte den Lochstreifen um einen Schritt zurück und stanzte alle Löcher in dieser Reihe. Dieses Löschrzeichen wurde dann bei der Abarbeitung des NC-Programms nicht berücksichtigt.

Bei einem solchen Aufwand ist es leicht vorstellbar, dass man sehr sorgfältig programmieren musste, denn jede Änderung war teuer und eine Simulation gab es ohnehin nicht. Jeder Probelauf eines neuen Programms auf der Maschine war eine enorme Nervenbelastung, weil das Risiko von Kollisionen oder anderen Fehlern nie ganz auszuschließen war.

Für gerissene Lochstreifen gab es ein Klebe- und Schneidgerät, etwa so groß wie eine Zigarettenschachtel. Mit dieser Vorrichtung konnte ein Lochstreifen mit Hilfe eines speziellen Aufklebers wieder exakt zusammengeklebt werden. Der Aufkleber war ein selbstklebender durchsichtiger Film mit ausgestanzten Löchern und wurde mit Hilfe von kleinen Dornen mitsamt dem Lochstreifen genau im Gerät fixiert. So konnten –wenn auch sehr mühsam- zusätzliche Programmteile eingefügt werden. Mit Hilfe einer, am Gerät angebrachten, kleinen Hebelschere konnten die Lochstreifen auch rechtwinklig abgeschnitten werden.

Frühere Filmer (z.B. Schmalfilm, Super 8) kennen so etwas ähnliches auch noch, als man abgerissene Bänder reparieren musste und der Filmschnitt –noch ohne die Digitaltechnik- wirklich das Ausschneiden und Zusammensetzen vieler Stücke eines Bandes bedeutete.

Außer dem Teletype gab es Lochstreifenstanzer, die man mit der Maschine verband, um ein neu erstelltes oder geändertes Programm zur Datensicherung auszustanzen. Dies dauerte je nach Länge des Programms oft sehr lange, aber im Laufe der Jahre konnte man mit jedem neu gekauften Lochstreifenstanzer eine deutliche Zunahme der Geschwindigkeit feststellen.

Die Stanzer haben eine V-förmige Abschneidvorrichtung, so dass der Lochstreifen am Anfang eine Spitze und am Ende einen Ausschnitt hat.

Neuere Modelle erlaubten auch, dass man eine Anmerkung (z.B. Programmnummer) als lesbare Ziffern auf den Vorspann des Lochstreifens stanzen konnte.

Neben den Stanzern brauchte man auch Lochstreifenleser, entweder fest an der Maschine angebaut oder als externes Gerät.

Am Anfang gab es noch mechanische Leser, welche die Löcher mit abgerundeten Stiftchen abtasteten, was langsam und fehleranfällig war. Sie wurden dann relativ schnell durch optische Lesegeräte (mit Licht) ersetzt, die wesentlich schneller waren. Allerdings durfte der Lochstreifen dazu nicht transparent oder von heller Farbe sein. Deshalb findet man eigentlich nur noch schwarze und blaue Lochstreifen.

Dazu fällt mir eine Begebenheit ein: Ein Kollege lieferte mir einen Lochstreifen ab, der vorher ins Schneidöl der Maschine gefallen war und er hatte den Lochstreifen auch mehrmals sorgfältig abgewischt. Ich wollte ihn per Lochstreifenleser in den PC einlesen, um wieder einen neuen zu erstellen, aber es ging nicht. Durch das aufgesaugte Öl hatte der Lochstreifen eine gewisse Transparenz und war für die optische Leseinheit nicht mehr lesbar. Dummerweise war es ein neues, umfangreiches Programm, welches vorher langwierig auf der Maschine optimiert wurde. Aber es war dort schon gelöscht worden, um Platz für das nächste Programm zu machen. Sollte das Ganze jetzt umsonst gewesen sein?

Damit wollte ich mich allerdings nicht abfinden und beschloss, den Lochstreifen einfach in unserer geheizten Entfettungsanlage mit dem heute verbotenen Trichloräthylen (Tri) auszuwaschen, mehr als kaputt machen konnte ich ihn ohnehin nicht. Den lose aufgerollten Streifen in einem Korb ein paar Mal in Tri geschwenkt und danach mit Druckluft zur vollständigen Trocknung leicht angeblasen, ergab wieder einen voll lesbaren Lochstreifen.

Magnetbänder

Eine spätere Alternative zum Lochstreifen waren Magnetbänder in Form von Kassetten, wie beim guten alten Kassettenrecorder oder auch Mini-Kassetten, wie in Diktiergeräten gebräuchlich. Die Recorder, wesentlich kleiner als Lochstreifenleser oder –Stanzer, konnten entweder extern an die Maschinensteuerung angeschlossen werden oder waren dort schon fest eingebaut.

Computer

Die Anschaffung des ersten PC war dann ein wirklicher Quantensprung. Es war eine DOS-Maschine, die grüne Zeichen auf schwarzem Hintergrund darstellte und die Datenspeicherung auf den großen, biegsamen 5¼-Zoll Disketten zuließ. Der Datentransfer von und zur Maschine musste aber weiterhin per Lochstreifen erfolgen, die direkte Übermittlung konnte erst später verwirklicht werden.

Das wirklich Gute war, dass eine primitive Textverarbeitung die Angst vor Programmänderungen vergessen ließ und als Sahnehäubchen gab es noch ein kleines Programm mit dem man geometrische Berechnungen durchführen konnte. Es zeichnete sogar Geraden und Kreise auf dem Bildschirm, so dass man z.B. sehen konnte, wie eine Tangente einen Kreis berührt.

Jetzt war auch die Datensicherung leichter. Regelmäßig aktualisierte ich meine Disketten und durfte sie im feuersicheren Panzerschrank des Unternehmens deponieren. Nach grober Berechnung steckte in den Daten zu dieser Zeit immerhin ein Wert von rund einer Million DM, was z.B. bei einem Brand von keiner Versicherung bezahlt würde.

Programmierung

Der Programmierung kam damals ein hoher Stellenwert zu. Gerade dem Rechenschieber-Zeitalter entkommen, musste der Programmierer mit Hilfe des Taschenrechners alles ausrechnen können. In den Lochstreifen-Zeiten war es unumgänglich, die CNC-Programme sehr akkurat zu schreiben, denn nachträgliche Änderungen waren nur schwer möglich. Dazu kommt noch die Kunst, mit großer Erfahrung optimal zu programmieren, bei hohen Stückzahlen wirken sich verschenkte 1/10 Sekunden messbar aus. Das betrifft u.a. unnötige Leerwege, zu großer Sicherheitsabstand und nicht optimale Vorschub- und Schnittwerte. Bei der Programmierung einer Handvoll Teile in der Werkstatt fällt dies natürlich nicht so ins Gewicht.

Die CNC-Programmierer hatten derzeit ein hohes Ansehen, denn es waren noch nicht so viele und es haftete ihnen immer noch etwas Geheimnisvolles an. Darunter gab es auch Spitzenleute, die deutschlandweit bekannt waren und gut bezahlt wurden. Meistens waren dies die Programmierer der Werkzeugmaschinen-Hersteller, welche die fertigen Lösungen für die Kunden bereitstellten.

Probleme

Die Einführung einer neuen Technik bringt zwangsläufig auch Probleme mit sich. Viele hatten einfach Angst vor der total neuen Technologie. Darf es sein, dass man nach jahrzehntelanger treuer Arbeit an konventionellen Maschinen von einer neuen Technik „aufgefressen“ wird, nicht mehr mithalten kann und womöglich sogar den Arbeitsplatz verliert? Wenn man genau hinschaute, stellte man fest, dass meistens die Angst, etwas neues zu lernen das größte Hindernis ist. Nach jahrelangem gleichen Trott am Arbeitsplatz traut man es sich nicht mehr zu und es ist schlicht und einfach unbequem, wenn man sich bisher eigentlich schon gut eingerichtet hat. War früher ein CNC-Fachmann noch etwas exotisches und schwer zu finden, so ist heutzutage das Wissen über CNC eine Selbstverständlichkeit in der Fertigung, fester Bestandteil der Ausbildungsordnung und längst in allen produzierenden Betrieben etabliert.

In den Anfangszeiten hatten wir noch oft mit unausgereiften Maschinen zu kämpfen. Die Hersteller waren häufig selbst mit der Aufgabe überfordert, neue Maschinen möglichst schnell auf den Markt zu bringen, da blieben Fehler nicht aus. Vieles musste nach unseren Vorgaben noch nachgebessert werden.

Wenn man noch unerfahren ist, kann es auch vorkommen, dass man bei einer Maschinenstörung den Fehler in der Steuerung vermutet und den betreffenden Servicetechniker anfordert, der dann innerhalb einer Viertelstunde feststellt, dass es nicht an der Steuerung, sondern an Bauteilen des Maschinenherstellers liegt. Er geht lächelnd und schreibt eine vierstellige Rechnung. Ist uns auch schon passiert.

Von einer Weltfirma wusste ich, dass sie ihre erste CNC-Maschine kauften und damit zuerst ein halbes Jahr lang nur mit Hartschaum- und Holzteilen experimentierten. Vorsicht ist die Mutter der Porzellankiste!
Lachen Sie nicht darüber! Denen war das todernst.

Diesmal dürfen Sie lachen. Bei einer Betriebsbesichtigung sah ich einmal, dass entweder eine Sperrholz- oder Plexiglasplatte kunstvoll über die Bedienfelder der CNC-Maschinen montiert war. Lediglich für den Startknopf war ein Loch ausgeschnitten, damit der Bediener ja nichts falsch machen konnte, nur der Einrichter durfte die Platte abnehmen.

Wie erging es mir selbst?

Als junger Mann kam ich in ein Unternehmen, wo Betriebszugehörigkeiten von 20 bis 40 Jahren die Regel waren, wo jeder ein ausgefuchster Spezialist war, der wusste was er kann und wo sich über die Jahrzehnte verkrustete Strukturen und Hierarchien gebildet hatten. Und trotzdem, dass alle wussten, für welche Mission ich eingestellt wurde, schlug mir keinerlei Feindseligkeit entgegen, aber viele fragten mich besorgt, ob das „CNC-Zeugs“ wirklich Arbeitsplätze vernichtet, was in diesem Unternehmen glücklicherweise nicht zutraf.

Die Anschaffung neuer CNC-Maschinen war auch für die Geschäftsleitung und die anderen Chefs eine Sensation. So musste ich damit leben, dass diese oft stundenlang hinter mir standen und manchmal ungeduldig darauf warteten, wann denn das nächste Teil auf der Maschine läuft. Da muss man erst mal die Nerven dazu haben. Die Herren in den Nadelstreifenanzügen waren natürlich auch sehr neugierig und so hatte ich dazu noch hochkarätige „Lehrlinge“ an meiner Seite. Mit der Zeit lernt man die Leute kennen, ich wusste, was sie hören wollten und so entwickelte sich ein gutes Verhältnis zur Chefetage.

Allerdings ging das Ganze nicht so einfach, wie sich mancher vorstellen mag. Probleme musste ich selbst lösen, es gab niemanden im Unternehmen, den ich etwas zur CNC-Technik fragen konnte. Oft war die Fülle der Aufgaben nicht mehr während der normalen Arbeitszeit zu bewältigen. Ich war mir der Erwartungshaltung der Obrigkeit bewusst und wusste auch um meine Verantwortung. Ich hätte die gesamte CNC-Fertigung damals echt hängen lassen können und wenn ich gegangen wäre, hätte es Monate gedauert, bis das dort wieder aufgeholt wäre. Aber auch ich war am Erfolg der Firma interessiert und nahm deshalb öfters Arbeit mit nach Hause, wo ich vor allem solche Dinge probieren konnte, die im Trubel des Betriebes nur erschwert möglich gewesen wären. Zuhause beschäftigte ich mich auch schon mit der Computerei, bevor meine Firma die ersten Rechner in der Fertigung einsetzte. Z.B. erstellte ich spezielle Arbeitszyklen für unsere Maschinen und simulierte diese mit Hilfe von BASIC. Es soll ganz klar gesagt werden: wer weiterkommen will, muss einfach mehr tun als der Durchschnitt. Ohne zusätzlichen Einsatz wäre ich nicht so weit gekommen, und damals wurde dies wenigstens auch entsprechend honoriert.

Rückblick

Wenn ich heute im Internet nach den Namen der Hersteller suche, an deren Maschinen ich schon gearbeitet hatte, dann kommt ein bisschen Wehmut auf. Von diesen Firmen (alles bekannte und gefragte Marken aus Mitteleuropa) bestehen nur noch wenige unter eigenem Namen, alle anderen fielen der Rezession der 90-er Jahre zum Opfer, existieren nicht mehr oder sind in anderen Unternehmen aufgegangen. Ich war bei den Kaufverhandlungen dabei, hatte Einweisungskurse bei den Herstellern absolviert und kannte die Betriebe und deren Inhaber. Von einigen bekam ich damals auch lukrative Angebote, bei ihnen zu arbeiten.