

# Ing.- Büro Kohlbecker

Automatisierungstechnik \* Sensorik \* EDV-Dienstleistungen



## AUTOMATISIERUNGSSYSTEM

# MOVIX

## A: Systembeschreibung



FB-560, komplettes 3D-CAD/CAM-System für "Rapid Prototyping"



## **A: Systembeschreibung des Automatisierungssystems MOVIX.**

**Inhalt:** Wählen Sie mit der Maus den Inhalt, - mit [< i >](#) kommen Sie zurück zum Inhaltsverzeichnis

### **1. Einführung und Kurzbeschreibung**

- 1.1. Allgemeines**
- 1.2. Was ist MOVIX ?**
- 1.3. Das Prinzip ist einfach**
- 1.4. Das Block-Diagramm einer typischen Anwendung**
- 1.5. Die Komponenten des Systems**
- 1.6. Die besonderen Merkmale**
- 1.7. Die typischen Einsatzgebiete**

### **2. Beschreibung der Mechanik am Beispiel 3 Achsen- Koordinatentisch**

- 2.1. Die Vorteile der Mikroschritttechnik**
- 2.2. Der Rüstaufwand der gesamten Mechanik**
- 2.3. Die Genauigkeit des Systems**
  - **Bei statischer Belastung**
  - **Im Fall der dynamischen Belastung**
  - **Die Wiederholgenauigkeit**

### **3. Die Kontrollbox**

- 3.1. Die technischen Daten**

### **4. Das CAD/CAM-System MOVIX und dessen Ansteuerung)**

### **5. Die Software zur Automatisierung von Bewegungsabläufen**

- 5.1. Der SM- Lauf- Block**
- 5.2. Der Daten- Block**
- 5.3. Der Konfigurations- Block**
- 5.4. Der Initialisierungs- Block**
- 5.5. Visualisierung des Programmablaufes**
- 5.6. Die Erstellung von Bearbeitungsdateien für die Arbeit mit MOVIX**

## 6. Die MOVIX Programm- Pakete

- 6.1. Kurzbeschreibung des Bohrprogramms BOR-nx.exe
- 6.2. Kurzbeschreibung des 2D-Fräs-und Gravier-Programms PLO-nx.exe
- 6.3. Kurzbeschreibung des 3D-Fräs-Programms nach DIN 66025-Dateien, DIN-nx.exe
- 6.4. Kurzbeschreibung des Isolierfräs-Programms PLA-nx.exe
- 6.5. Kurzbeschreibung des 3D-Relief-Programms REL-nx.exe
- 6.6. Anwendungsbeispiel (3D-Relieffräsen)

## 7. Die Bewegungs- und Beschleunigungsmerkmale von MOVIX

### 7.1. Die Bewegungsmerkmale

### 7.2. Die Beschleunigungsmerkmale

- Der sogenannte Hochlauf
- Es gibt verschiedene Hochlaufverfahren
- Bedeutende Hochlaufparameter
- Die Start / Stop-Geschwindigkeit
- Der Hochlaufweg
- Die Maximalgeschwindigkeit
- Die Endgeschwindigkeit
- Weitere Bewegungsmerkmale für die Erhöhung der Dynamik bei der Bahnfahrt
- Diagramme und Tabellen

## 8. Komponenten und Anwendungen

### Übersicht über Dokumentationsteile:

- A: Systembeschreibung des Automatisierungssystems MOVIX.
- B: Idee und Philosophie
- C: MOVIX-6/7 – Programmbeschreibung
- D: Wartung der Portal- und Flachbettanlagen
- E: Übersicht über Leistungsbereiche und Systemkomponenten
- F: MOVIX und CorelDraw als CAD/CAM-System

# 1. Einführung und Kurzbeschreibung des Automatisierungssystems MOVIX.

## 1.1. Allgemeine Informationen

- Diese Systembeschreibung ist keine Bedienungsanleitung. Technische Änderungen sind vorbehalten.
- Die in dieser Dokumentation aufgeführten Anwendungs- und Software Beispiele demonstrieren nur einige von vielen Möglichkeiten, das Automatisierungssystem **MOVIX** in der Praxis einzusetzen.
- Diese Systembeschreibung möchte Ihnen das Funktionsprinzip von **MOVIX** verständlich machen.

## 1.2. Was ist MOVIX ?

- **MOVIX** ist ein vielseitig einsetzbares **Steuerungs-System** mit Hard- und Softwarekomponenten zur Ausführung und Automatisierung von Bewegungsabläufen für 1 bis 4 Achsen.
- Bei **MOVIX** werden zur Erzeugung von Linear- und Drehbewegungen **Schrittmotoren** verwendet.
- Das Automatisierungssystem **MOVIX** kann überall dort eingesetzt werden, wo beliebige Bewegungen programmiert ablaufen sollen, d.h., automatisiert werden sollen, z.B. beim "**Rapid Prototyping**".
- **MOVIX** ist geeignet, einfache bis hoch komplexe Programmabläufe und Automatisierungsvorgänge, z.B. zur Steuerung von Fertigungsprozessen, auszuführen.
- **MOVIX** ist in der Lage, 1-, 2- oder 3- dimensionale Bahnen zu fahren und Bewegungen durchzuführen.
- Bei **MOVIX** kann der Arbeitsfortschritt in Echtzeit dargestellt werden. Eine Rückmeldung der Position ist nicht vorgesehen. Es handelt sich um ein reines Steuerungssystem.
- Für **MOVIX** steht ein breites Spektrum an Systemkomponenten zur Verfügung (siehe Übersicht S 27).

## 1.3. Das Prinzip ist einfach und leicht verständlich.



- Schrittmotoren treiben die zu bewegenden Teile mechanisch an.
- Eine kompakte und intelligente Kontrollbox steuert die Motoren elektrisch an.
- Ein PC dient hier einerseits als Prozessrechner für die Maschinensteuerung (CAM) und steuert die Motoren an, als zweite Aufgabe übernimmt der PC die Aufgabe des Computer Aided Designs (CAD) und liefert direkt den Programmcode für die Projekt-Dateien. Der Steuer- PC ist in der Kontrollbox integriert.
- Verschiedene SW-Pakete übernehmen die logische Steuerung der Anwendungsprogramme, angepasst an die jeweilige Aufgabe.
- Ein flexibles Software-Paket und vielseitige Anwendungsprogramme stehen für unterschiedliche Anwendungen zur Verfügung. Mit dem Software- Paket lassen sich vielseitige Steuerungs- und Automatisierungsaufgaben einfach und problemlos realisieren bzw. an die Kundenanforderungen anpassen.
- Die Programmdateien für die Fertigung/Bearbeitung von Werkstücken (Projektdateien) werden mit handelsüblichen CAD-, PCB- oder Grafikprogrammen direkt, ohne Programmieraufwand erstellt.

## 1.4. Das Block-Diagramm einer typischen Anwendung - (3-Achsen-Bearbeitungsstation):

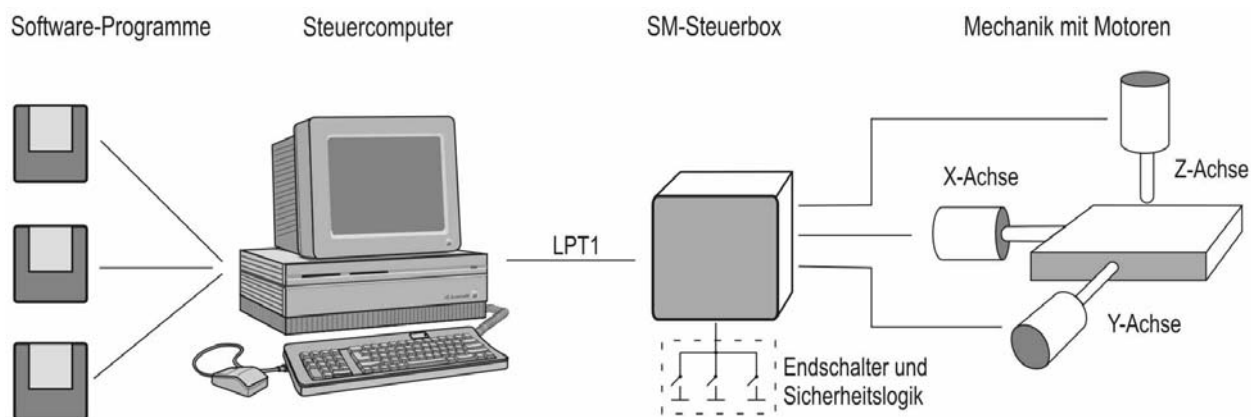


Bild 1: Das MOVIX Block-Diagramm

### 1.5. Die Komponenten des Systems setzen sich zusammen aus:

1. zu steuernde Mechanik, mit Motoren gekoppelt (z. B. der Koordinatentisch)
2. Kontrollbox zur Versorgung und Ansteuerung der Motoren
3. IBM- Kompatibler Computer als Steuerrechner
4. Steuer- Software- Pakete für unterschiedliche spezifische Anwendungen

### 1.6. Die besonderen Merkmale des Systems sind:

- sehr einfache Handhabung durch Verwendung von Symbolen für die Steuerbefehle
- extrem schnelle und flexible Einsatzbereitschaft.
- Hohe Leistungsfähigkeit. - MOVIX nutzt die hervorragenden Merkmale von Windows Betriebssystemen in den CAD-Anwendungen und die "Echtzeitfähigkeit" von DOS im CAM-Bereich.
- Dies wird erreicht durch den hohen Stand der Technik, die gigantische Arbeitsgeschwindigkeit moderner Rechner und ausgefeilte Softwarekomponenten, die in Blöcken kombinierbar sind.
- 3D-fähigkeit
- Echtzeit - Visualisierung des Arbeitsganges
- Kompakte Abmessungen der Kontrollbox
- sehr gutes Preis/Leistungs- Verhältnis

### 1.7. Die typischen Einsatzgebiete des Systems sind:

- Bohren und Fräsen
- Gravieren und Bedrucken
- Bestücken, Montieren und Positionieren
- Wasserstrahl-, Plasmaschneiden, Laserbearbeitung
- Messen und Prüfen
- Schweißen und Löten
- Kleben und Vergießen
- Formen- und Modellbau
- Schrauben und Dosieren uva.

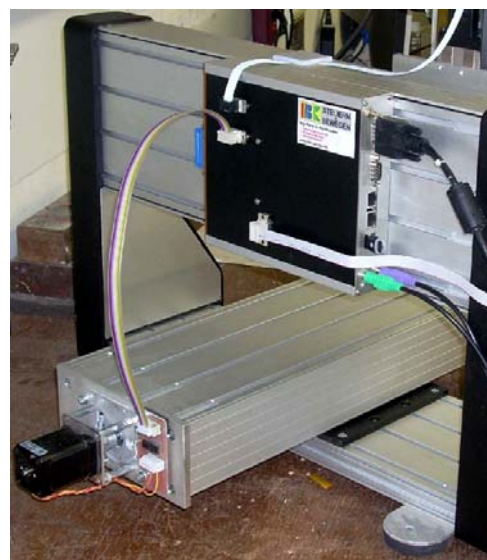


## 2. Beschreibung der Mechanik am Beispiel einer 3 Achsen- Bearbeitungsstation:

Als Beispiel einer Anwendung des Automatisierungssystems **MOVIX** wird hier eine 3-Achsen- Bearbeitungsstation vorgestellt, die mit einer 700 Watt Frässpindel versehen wurde und als 3D-fähige Bearbeitungsstation für Metall, Kunststoff und Holz verwendbar ist. Der Arbeitsablauf wird hierbei in Echtzeit am Bildschirm dargestellt.



**Bild 2:** Komplette CAD/CAM- Bearbeitungsstation PT-360 mit Frässpindel von vorne



**Bild 3:** Rückseite mit SM-Kontrollbox mit "embedded PC"

In Bild 2 ist eine Beispielanlage von vorne zu sehen, die mit einem PC angesteuert wird. In Bild 3 wird die Anlage von der Rückseite gezeigt. Hier sieht man die 3 Antriebsmotoren und die Kontrollbox, die auf der Rückseite angebracht ist. Die Kontrollbox enthält bereits einen "Embedded PC". Zum Betrieb der Anlage ist hier nur noch eine Tastatur/Maus erforderlich.

Die X,- Y- und Z-Achsen sind jeweils mit einem bipolaren 1,8° Schrittmotor (bei Vollschrittbetrieb) über Kugelumlaufspindeln angetrieben. Es handelt sich hierbei um einen "Komponentenbau" mit handelsüblichen Mechanikkomponenten der Firma Isel. Diese Portalanlage wurde nachträglich mit den Schrittmotoren ausgerüstet.

An den Endpunkten der X,- Y- und Z-Achsen wurden für die Endabschaltung präzise Mikroschalter verwendet. Diese Endschalter dienen als Sicherheitsüberwachung für die Endpunkte und als Referenzschalter für die präzise Einstellung der Start- Position.

Die Motoren sind über flexible Kupplungen, deren Dämpfungscharakteristik in 3 Stufen wählbar ist, an die Kugelumlaufspindel gekoppelt.

Elektrisch sind die Motoren über ein mehrpoliges Flachband-Kabel und einen handelsüblichen Stecker an der Kontrollbox auf der Rückseite der Anlage eingesteckt (siehe Bild).

Die Wiederholgenauigkeit der gesamten Bearbeitungsstation liegt im Bereich +/- 0,01mm in den 3 Dimensionen.

Der nutzbare Verfahrweg der X,- Y- und Z- Achse ist 363 x 305 x 75 mm in diesem Beispiel.

Die maximale Positioniergeschwindigkeit der X- und Y- Achse ist 120 mm/sec.

Die Schrittmotoren, die im Normalbetrieb einen 1,8°-Schritt durchführen, d. h. 200 Schritte/Umdrehung, werden im 1/8-Schritt-Betrieb (Mikroschritt) betrieben. Dies bedeutet, dass die Motoren eine Schrittauflösung von 1600 Schritte/Umdrehung haben und sich ähnlich wie ein Drehstrommotor verhalten, da sie sinusförmig, mit eingepprägtem Strom, angesteuert werden.

Bei der verwendeten Kugelumlaufspindel mit einer Steigung von 4 mm bedeutet dies eine Schrittauflösung von 2,5 µm. Diese hohe Auflösung spiegelt allerdings nicht die absolute Genauigkeit wieder, da sich ein Schrittmotor wie eine gedämpfte Feder zwischen den Schritten verhält. Die Genauigkeit hängt dann von verschiedenen Faktoren, wie Belastung, Schwingverhalten bei hohen Beschleunigungen und der Genauigkeit der gesamten Mechanik usw. ab. Die dadurch bedingten Abweichungen liegen allerdings immer unter einem Vollschritt.

Durch die Anwendung der sog. Mikroschritttechnik ergeben sich erhebliche Vorteile in Bezug auf die Genauigkeit und Dynamik, und dadurch der gesamten Leistungsfähigkeit der Anlage.

## 2.1. Die Vorteile der Mikroschritttechnik sind:

- ruhigerer und weicherer Lauf der Motoren
- bessere Schrittauflösung und dadurch höhere relative Genauigkeit
- höhere Auflösung bei Schrägfahrten und Kurven
- höhere Geschwindigkeiten und Dynamik bei Schräg- und Kurvenfahrten
- weicherer und dynamischerer Anlauf der Motoren beim Beschleunigen, das bedeutet höhere Start/Stopp- Geschwindigkeiten
- geringere Belastung und damit geringere Abnutzung der Mechanik



## 2.2. Der Rüstaufwand der gesamten Mechanik beschränkt sich auf:

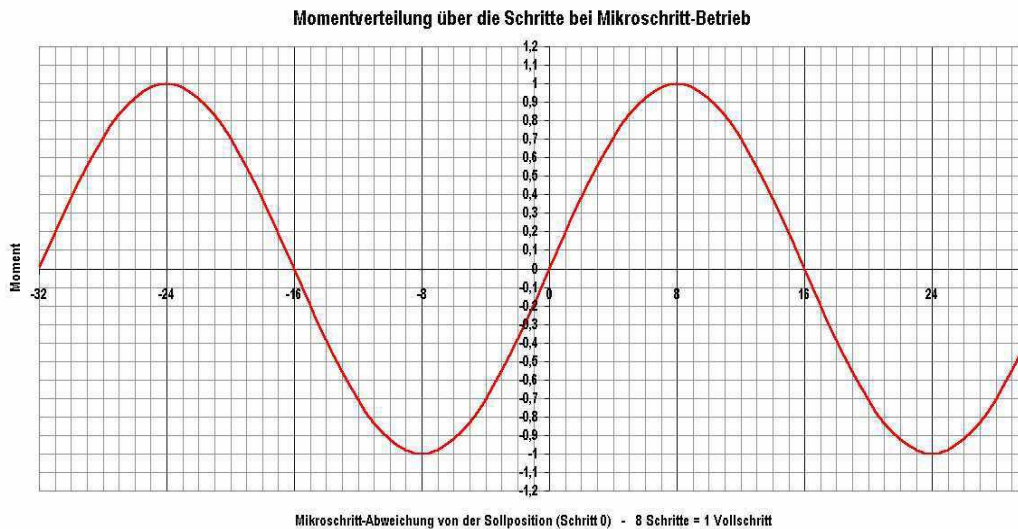
- Mechanisches Ankoppeln der Motoren mit den flexiblen Kupplungen und Anstecken der Motoren an der Kontrollbox.
- Montieren und Justieren der Endschalter und Anstecken an der Kontrollbox.
- Anschrauben der Kontrollbox auf der Rückseite der Anlage (nicht zwingend erforderlich).
- Montieren der Frässpindel an der Z-Achse und anstecken an der Kontrollbox.

Nach dem diese Arbeiten durchgeführt wurden, ist die Bearbeitungsstation mechanisch betriebsbereit.

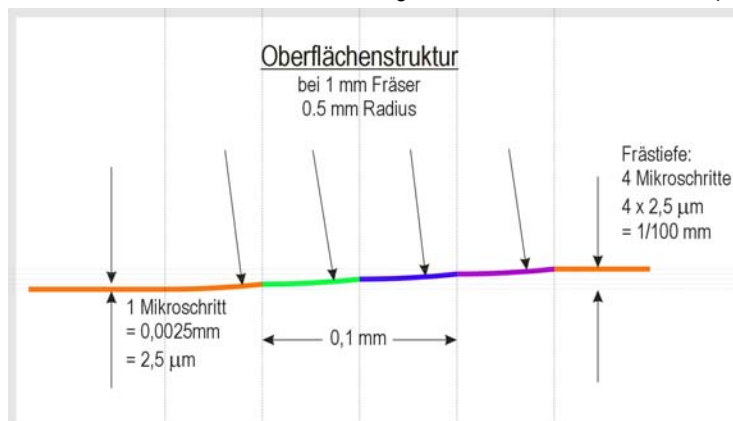
### 2.3. Die Genauigkeit des Systems:

Schrittmotoren führen bei Ansteuerung durch Steuerimpulse entsprechende Schritte/Steuerimpuls aus. Sie beschleunigen in Richtung zum nächsten Schritt und pendeln um die nächste Schrittposition gedämpft ein. Das Diagramm zeigt das statische Verhalten von Schrittmotoren in Bezug auf das Drehmoment bei mechanischer Auslenkung unter Last.

Bei Mikroschrittbetrieb ist der Zweck dieser Betriebsart einerseits die Erhöhung der Genauigkeit und der Auflösung, und andererseits ist die Erhöhung der Dynamik und der Laufqualität der Motoren ein zusätzlicher Vorteil. Wie aus dem **Bild 4** hervorgeht, verhält sich das Drehmoment annähernd sinusförmig um die Sollposition.



- Bei **statischer Belastung** kann der Motor bis zu knapp 2 Vollschritte mechanisch ausgelenkt werden, bis er in die nächste stabile Lage "kippt". Dieser Fall stellt einen fatalen Fehler dar und muss um jeden Preis vermieden werden. Im statischen Bereich kann der Motor durch Reibung und statische Vorspannung positiv oder negativ ausgelenkt werden. Auslenkungen bis +/- ein halber Vollschritt (das sind 4 Mikroschritte) sind im Extremfall möglich. Hierdurch wird die Schrittgenauigkeit bereits festgelegt. Die statische Positioniergenauigkeit ist Last- und Reibungsabhängig.
- Im Fall der **dynamischen Belastung** verhält sich der Schrittmotor wie eine Feder im nahen Nullpunktbereich. Stoppt der Motor aus der Start-Stop-Frequenz, so schwingt er gedämpft um den Nullpunkt aus. Bei niedrigen bis mittleren Frequenzen kann dieses Verhalten zu unerwünschten Resonanzen führen. Diese unerwünschten Resonanzen werden durch den Mikroschrittbetrieb erheblich reduziert oder ganz verhindert.
- Die **Wiederholgenauigkeit von +/- 0,01 mm** (Positionier- Reproduzierbarkeit) wird bei der vorgestellten Beispielanlage über die spielfrei eingestellten Kugelgewindegetriebe erreicht. Die Schrittauflösung ist durch den Mikroschrittbetrieb allerdings wesentlich höher, d. h. 2,5 µm.



**Bild 5: Die Oberflächenstruktur** bei einer Schrittauflösung von 2,5 µm zeigt das Bild links in ca. 400-facher Vergrößerung. Hier fräst ein 1mm Fräser 4 Schritte im Abstand von 0,05 mm.

Die Oberflächenveränderungen der beiden Schritte sind farblich mit grün, blau und violett gekennzeichnet.

Die Oberfläche wird beim Konturenfräsen trotz Schrittbetrieb geglättet !

MOVIX ist eine **Positioniersteuerung ohne Rückmeldung** der Position. Wenn durch äußere Einflüsse wie Reibung, Resonanzen und sonstige Störungen Schritte verloren gehen, führt dies zu einem Positionierfehler. Wenn die Maschinenparameter richtig eingestellt werden, ist ein Positionierfehler nicht zu erwarten.

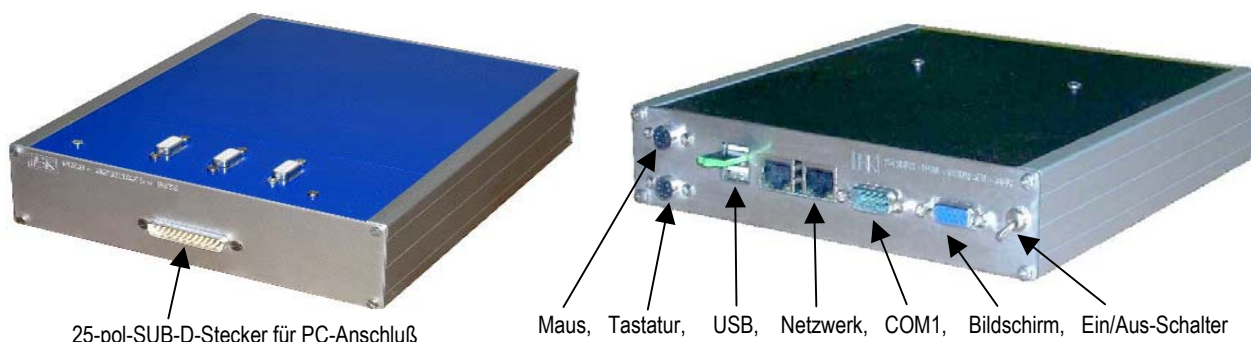


### 3. Die Kontrollbox - SM65a und SM65e:

Die in Bild 6 + 7 gezeigten Kontrollboxen enthalten die gesamte Elektronik und Leistungsansteuerung für 3 Schrittmotoren. Die Kontrollbox wird im allgemeinen mit einer externen Stromversorgung betrieben und arbeitet so zwischen 15 und 36 Volt. Die Box SM65a wird über ein Flachbandkabel mit einem ext. PC verbunden und über die Schnittstelle LPT1 vom PC angesteuert. Die Stromversorgung versorgt ggf. auch den integrierten PC.

Die Kontrollbox SM65e ist mit einem integriertem PC ausgerüstet. In diesem Fall ist nur ein Bildschirm und eine Tastatur/Maus für den gesamten CAD/CAM-Betrieb erforderlich. Alle PC-Einstellungen sind hier bereits angepasst. Bei externen CAD-Arbeiten findet der Datentransfer über die USB- Schnittstelle statt.

Die Schrittmotor- Leistungsendstufen arbeiten mit vorprogrammiertem Sinus- Konstantstrom, der im Chopping-Betrieb verlustarm eingepreßt wird, und sie werden mit 15 - 36 Volt versorgt. Die Schrittauflösung kann für jede Endstufe für Mikroschritt- Betrieb "gejumpert" werden (Standard ist 1600 Schritte/Umdrehung bei 1,8° Motoren und 3200 Schritte/Umdrehung bei 0,9° Motoren). Eine Stromabsenkung im Standbetrieb auf 75, 50 oder 25% kann in MOVIX durch "Jumper" gewählt werden. Dies spart Energie und schützt vor Überhitzung der Motoren.



25-pol-SUB-D-Stecker für PC-Anschluß

Maus, Tastatur, USB, Netzwerk, COM1, Bildschirm, Ein/Aus-Schalter

**Bild 6:** Kontrollbox **SM65a** für ext. PC-Ansteuerung

**Bild 7:** Kontrollbox **SM65e** (mit "Embedded PC")



Die Kontrollbox kann separat angebracht werden und muss nicht mit der Anlage verbunden sein. Bitte beachten Sie eventuelle Sicherheitsvorschriften (z.B. Abdecken der Anlage im Betrieb, Verwendung von Schutzbrille u.a.). Es ist jedoch empfehlenswert, aus mechanischen Gründen, die Box auf der Rückseite der Anlage anzukleppen (wie im Bild 3 dargestellt).

Oberhalb der 25-poligen SUB-D- Buchse ist in Bild 6 das Anschlußpanel für die Motoren und die Endschalter zu erkennen. Dieses Anschlußpanel kann flexibel nach Kundenwunsch angepasst werden. Über handelsübliche Steckerbuchsen werden sowohl die Motoren als auch die Sicherheitselemente wie Endschalter einfach eingesteckt. **Achtung:** die Motoren nur im ausgeschalteten Zustand an- und abstecken!

Die Kontrollbox ist so konzipiert, dass innerhalb weniger Minuten der Betrieb von mehreren Motoren mit der Software MOVIX65x möglich ist.

#### 3.1. Technische Daten der Kontrollbox SM65a (ohne PC):

• Stromversorgung (intern / extern)	15-36	Volt
• Max. Leistungsaufnahme	150	Watt
• Dauerstrom der Motoren pro Strang	2,5	A
• Max. Strom der Motoren pro Strang	3,5	A
• Stromabsenkung in Standbetrieb (mit Jumper)	75, 50, 25	%
• Chopping- Frequenz ca.	110	kHz
• Schrittauflösung (bei 1,8° Schrittmotoren)	800, 1600, 3200	Sch/U
• Max. Schrittgeschwindigkeit (1,8° Vollschritte)	5000	Schritte/sec
• Max. mögliche Drehzahl bei 1/8 Mikroschrittbetrieb	1500	Umdr./min
• Mech. Abmessungen - H x B x T	210 x 190 x 44	mm
• Gewicht mit integr. PC, max.	2,4	kg

Technische Änderungen, Neuerungen und Verbesserungen sind vorbehalten!

#### 4. Das CAD / CAM-System MOVIX und dessen Ansteuerung.

MOVIX nutzt den PC in doppelter Weise. Für die Ansteuerung der Maschine mit der CAM-Software MOVIX65x arbeitet MOVIX mit dem PC als Prozessrechner und nutzt ein echtzeitfähiges Betriebssystem, um z.B. die **Visualisierung des Arbeitsganges** zu gewährleisten. Für Aufgaben im Bereich des Computer Aided Design (CAD) kann der PC auch unter Windows XP oder Vista betrieben werden. Hier kann ein handelsüblicher, ext. PC ab ca. 500 MHz Taktfrequenz verwendet werden. Der externe PC muss über eine DOS-Partition mit FAT32-Formatierung und eine parallele Druckerschnittstelle LPT1 verfügen, da der Datenaustausch über die LPT1 durchgeführt wird. An Maus, Bildschirm und Tastatur werden keine besonderen Anforderungen gestellt.

Bei der Verwendung des integrierten PC entfallen diese PC-Anforderungen. MOVIX läuft in diesem Fall unter einem "echtzeitfähigen" Betriebssystem. Beachten Sie die Regeln (siehe Programmbeschreibung), z.B. die Länge der Dateinamen (8 Zeichen plus Ext). Die Datenübergabe von einem externen PC erfolgt über USB.

#### 5. Die Software zur Automatisierung von Bewegungsabläufen (Fertigungsprozessen).

Um Schrittmotoren zu bewegen, müssen Daten (Impulse) der Motor- Leistungsstufe in der Kontrollbox zugeführt werden. Der Transfer der Daten erfolgt bei einem ext. PC mit einem Flachbandkabel über die Druckerschnittstelle. Bei Verwendung des "Embedded PC" sorgt der Integrierte PC für den Datentransport. Zur Erzeugung der Steuerdaten wird im allgemeinen ein CAD,- PCB- oder Grafikprogramm verwendet.

Um die Motoren gezielt ansteuern zu können, wurde u.a. ein CAM-Software-Paket (MOVIX65x) entwickelt, mit dem einfach und leistungsfähig die Motoren für unterschiedliche Anwendungen programmiert angesteuert werden können. Die verwendeten CAD-Programme erzeugen automatisch den Programm-Code für MOVIX, so dass eine eigene Programmierung nicht erforderlich ist. Alle Arbeitsdateien sind im ASCII-Format erstellt und können leicht mit einem Editor bearbeitet und verändert werden.

- **Die wichtigsten zu steuernden Parameter sind im allgemeinen:**
  1. Wahl des Motors
  2. Geschwindigkeit (Schrittfrequenz)
  3. Weg (Schrittzahl)
  4. Richtung
  
- **Grundelemente der modular aufgebauten Basis- Software- Blöcke:**
  1. Motor- Lauf- Block
  2. Daten- Block
  3. Initialisierungs- Block
  4. Konfigurations- Block
  5. Visualisierungs- Block

[<i>](#)

##### 5.1. Der SM- Lauf- Block:

Er enthält als wichtigsten Bestandteil, das SW-Modul, das die Motoren direkt mit den entsprechenden Parametern ansteuert. Dieses Modul heißt **SM- Lauf- Block**. Der SM- Lauf- Block erzeugt die nötigen Steuerimpulse und ist direkt vor der Motorendstufe angeordnet. Er ist ein fester Bestandteil der SW, der nicht mehr verändert werden muss. Dieser SW- Block berechnet die Schrittzahl aus dem Weg, den Impulsabstand aus der Geschwindigkeit, kanalisiert die Impulse zum entsprechenden Motor und berechnet das Beschleunigungsverhalten der Motoren individuell für jeden Parametersatz.

Das Beschleunigungsverhalten der SW kann individuell auf die Motoren angepasst werden und wurde so optimiert und ausgefeilt, dass eine maximale Leistungsfähigkeit in Bezug auf die Dynamik der Motoren in allen Betriebsbereichen erreicht wird. Die Beschleunigungsmerkmale werden gesondert beschrieben.

Der SM- Lauf- Block ist eine Subroutine, die in der Lage ist, **einen Arbeits- Programmschritt** (Datensatz) mit den erforderlichen Parametern durchzuführen. Wenn die Parameter z.B. von Hand eingegeben werden, führt der SM- Lauf- Block den Programmschritt unmittelbar danach aus und das Programm kehrt wieder in seine Ausgangslage zurück, wo es auf neue Parametereingaben wartet.

Die manuelle Eingabe von einzelnen Arbeits- Programmschritten (Datensätzen) ist möglich und ist insbesondere für Testzwecke in vielen Fällen sinnvoll. Um einen automatischen Ablauf von Programmschritten zur Automatisierung von Bewegungen zu erreichen, müssen dem SM- Lauf- Block kontinuierlich Datensätze mit den erforderlichen Parametern zugeführt werden. Diese Aufgabe übernimmt der Datenblock.

## 5.2. Der Daten- Block:

Der Daten- Block stellt die Datensätze mit den entsprechenden Parametern dem SM- Lauf- Block lückenlos zur Verfügung. Als Medium für die Datenspeicherung dienen die üblichen Speichermedien wie Diskette, CD-ROM, USB-Stick oder die Festplatte. Die Datensätze werden aus dem Datenmedium ausgelesen, entsprechend digital aufbereitet und unmittelbar dem SM- Lauf- Block zur Verfügung gestellt, welcher den Programmschritt (Datensatz) Schritt für Schritt entsprechend ausführt.

Dieser Daten- Block wurde so angepasst, dass die unterschiedlichen Bearbeitungsprogramme für Fräsen, Bohren, Gravieren, Isolierfräsen usw., mit auf dem Markt verfügbaren CAD-Softwarepaketen, ohne zusätzlichen Programmieraufwand möglich ist.

Die in der CAM-Software MOVIX65x verwendete Datenstruktur ist sehr einfach. So kann ein manuelles Daten-Programm mit jedem Text-Editor auch von Hand erstellt werden. Das Programm wird im Text-Format abgespeichert, und steht dann sofort der MOVIX CAM-Software zur Verarbeitung zur Verfügung.

Spezielle Betriebsparameter, die grundlegende Einstellungen des Fertigungsvorganges betreffen, werden im Konfigurierungs- Block festgelegt. Dieser wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

## 5.3. Der Konfigurations- Block:



Im Konfigurations- Block werden grundlegende Einstellungen, die den Betrieb der Anlage und Daten des Projektes betreffen, festgelegt und abgespeichert. Hier werden Werte wie Maßstab, Startpunkt, Geschwindigkeiten, Projektvariable und Maschineneinstellungen usw. festgelegt, angepasst und abgespeichert.

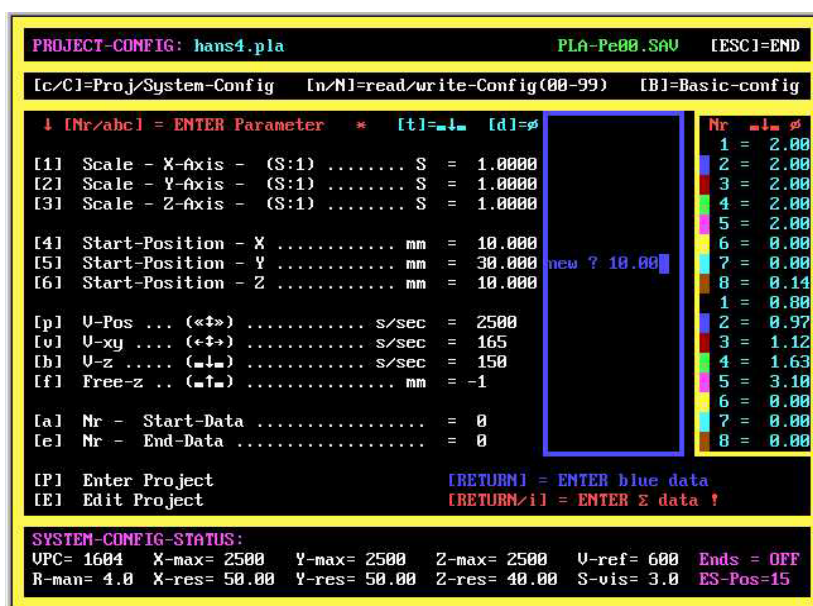
Diese Konfigurationsdaten können sich in kleinen Bereichen in den unterschiedlichen Anwendungsprogrammen, je nach Anwendung, unterscheiden.

In dem CAM-Programm **MOVIX65x** werden beim ersten Öffnen des Programms automatisch Konfigurationsdateien Nr.-00 mit Default-Werten für die Maschine/Projekte angelegt. Diese Dateien heißen Basis- Konfiguration.

Diese Konfigurations-Dateien dienen dazu, den normalen Betriebszustand für die Maschine und für die Projektarbeit abzuspeichern. Die Basis- Konfiguration kann jederzeit bei der Initialisierung mit **[B]** abgerufen werden.

Bei jeder Initialisierung eines Bearbeitungsprogramms wird die vorhandene, individuelle Konfiguration als Sicherungsdatei Nr. 00 abgespeichert. Diese Sicherungs- Konfigurations- Datei wird bei jeder erneuten Inbetriebnahme der SW automatisch übernommen. Der Sinn ist, dass im Allgemeinen bei erneuter Inbetriebnahme die individuellen Einstellungen aus dem letzten Betrieb übernommen werden. Dadurch gehen Einstellungen, die heute gemacht wurden, nicht verloren und stehen morgen sicher zur Verfügung. Für die Projektkonfiguration können bis zu 100 verschiedene Sicherungsdateien gespeichert werden, die jederzeit abrufbar sind. Die Maschinenkonfiguration wird für jedes Bearbeitungsprogramm nur ein mal abgespeichert.

Ist die gesamte Konfiguration aus irgend welchen Gründen fehlerhaft oder unklar, so können die Dateien Nr. 00 gelöscht werden, weil beim erneuten Einschalten automatisch eine neue Default- Konfiguration angelegt werden.



**Bild 8:**  
Das Konfigurationsmenü für projektbezogene Daten

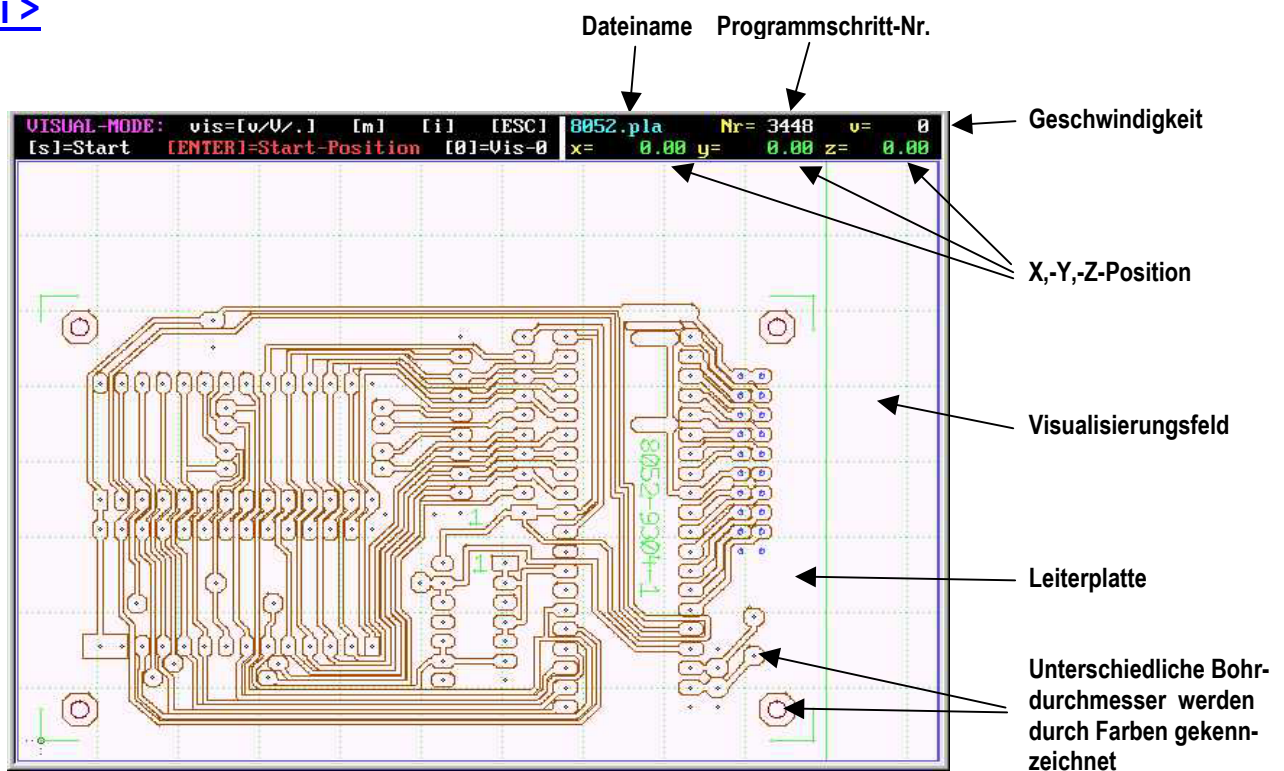
## 5.4. Der Initialisierungs-Block:

Der Initialisierungsblock hat die Aufgabe, die Maschine soweit vorzubereiten, dass mit dem Fertigungsprozess begonnen werden kann. Die Schritte der Initialisierung sind:

1. **Starten des Programm-Managers und Wahl des Bearbeitungs-Programms**
2. **Eingabe des Projektdatei- Namens im Projekt-Manager**
3. **Überprüfen und ggf. Ändern der Projektparameter im Konfig- Menü**
4. **Visualisierung des Arbeitsablaufes zur Kontrolle nach Bedarf**
5. **automatisches Anfahren des Referenzpunktes**
6. **eventuelle manuelle Korrektur des Referenzpunktes der Achsen**
7. **Starten des Bearbeitungs-Programms**

Die Initialisierung läuft im allgemeinen in dieser Reihenfolge ab. Nach der Wahl des Bearbeitungs-Programms und nach der manuellen Eingabe des Namens der Programmdatei (z.B. platine1.pla), die abgearbeitet werden soll, wird die Konfiguration (siehe Konfig.- Block) überprüft. Zur Kontrolle können die Programmschritte vorab visualisiert werden. Hierbei kann der visuelle Programmablauf beliebig gestoppt und weitergeführt werden. Die Nr. der Programmposition und der X,Y,Z- Position wird hierbei in einem Anzeigefenster rechts oben dargestellt. Ist der Programmablauf „OK“ wird auf Tastendruck der Nullpunkt bzw. der Referenzpunkt automatisch angefahren. Anschließend startet das Programm auf Knopfdruck.

Während des Programmablaufes wird der Programmfortschritt in Echtzeit visuell dargestellt (siehe Abbildung).



**Bild 9:** Visuelle Darstellung des Programmablaufes am Beispiel „Isolationsfräsen“ von Leiterplatten

## 5.5. Visualisierung des Programmablaufes:

Der Visualisierungsblock dient zur visuellen Darstellung bzw. zur Simulation (Bild 9, 11, 12, 13, 14) des Programmablaufes. Hier kann sowohl im Vorfeld, als auch während des Programmablaufes kontrolliert werden, ob die Arbeitsschritte korrekt ausgeführt werden. Ggf. kann während der Visualisierung oder während des Programmablaufes an entsprechender Stelle unterbrochen werden, korrigiert und weitergearbeitet werden, oder das Programm wird neu gestartet. In der Visualisierungsphase kann eine Einsprungsadresse und Bearbeitungs-Ende-Adresse ermittelt, und in der Konfiguration sowohl die Einsprungsadresse wie auch die Bearbeitungs-Ende-Adresse eingestellt werden. Die Visualisierung kann auch im Einzelschrittbetrieb ausgeführt werden.

## 5.6. Die Erstellung von Bearbeitungsdateien für das 3D-Basis-Programm "MOL6x.exe" und "DIN65.exe":

Eine eigene Programmierung der Bearbeitungsdateien ist im Allgemeinen bei **MOVIX** nicht erforderlich. In fast allen Fällen werden die Programmdateien automatisch von industriellen Anwendungen, wie CAD,- PCB- und Zeichenprogrammen beim "Export" erstellt. Diese Bearbeitungsdateien werden dann von dem MOVIX- CAM-Programm MOVIX6/7x.exe in den entsprechenden **MOVIX**- Anwendungsprogrammen direkt übernommen. Eine spezielle Programmierung von Bearbeitungsabläufen oder die Korrektur von vorhandenen Bearbeitungsdateien kann allerdings auch von Hand, mit dem Editor vorgenommen werden.

Für die schnelle Inbetriebnahme von **MOVIX** zu Testzwecken und für spezielle individuelle Anwendungen steht das Basis- SW- Modul **MOL6x.exe** standardmäßig für **MOVIX** zur Verfügung.

Das 3D-fähige Basis- SW- Modul MOL6x.exe ist ein einfach zu bedienendes Programm nach DIN 66025, das geeignet ist, schnell und einfach die Motoren in Betrieb zu setzen. Die Motorparameter können in diesem Fall auch mit einem beliebigen Text-Editor von Hand geschrieben werden. Die nötigen Parameter sind:

- **Motorwahl (X, Y oder Z)**
- **Weg in Schritten (absolut oder relativ)**
- **Schrittfrequenz (Geschwindigkeit in Schritten / Sec)**

[<i>](#)

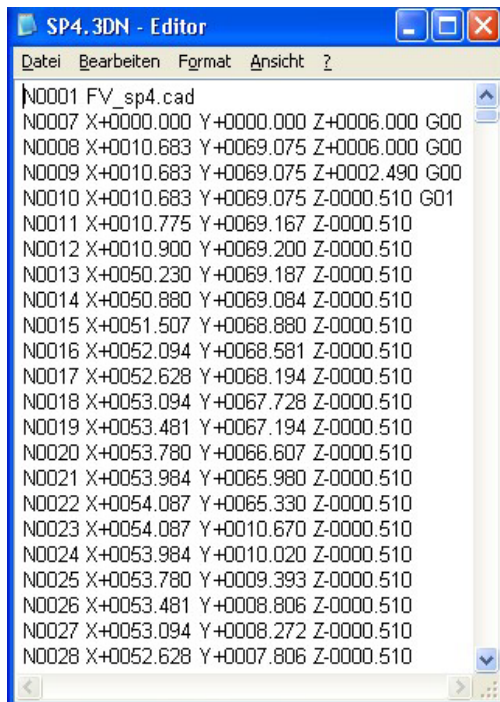
Jeder Datensatz wird in eine eigene Zeile geschrieben und mit RETURN abgeschlossen. Ein Datensatz besteht aus einer Nr., den X,- Y- und Z-Koordinaten und Frequenzeingabe und verschiedene Steuerzeichen. Die Steuerdaten werden durch Leerzeichen getrennt. Die Länge der Datenblöcke innerhalb des Datensatzes darf unterschiedlich sein (siehe Programm-Beispiel sp4.3dn)

Der Motorwahl, X-, Y- oder Z folgt die Eingabe des Weges in 1/1000mm, gefolgt von der Geschwindigkeit. Der Weg und die Geschwindigkeit kann Programmseitig beliebig skaliert werden. Die letzte Geschwindigkeitseingabe wird gespeichert und muss nur bei einer Geschwindigkeitsänderung erneut eingegeben werden. Soll eine 2- oder 3- Dimensionale Bahn gefahren werden, so müssen die entsprechenden X-, Y- und Z-Positionen in eine Zeile geschrieben werden (z.B. "N5 X2.148 Y1.5 Z4.50 F650"). Die Eingabereihenfolge X, Y, Z muss nicht eingehalten werden. Die individuelle Geschwindigkeit der einzelnen Achsen im Bahnbetrieb wird Programmseitig berechnet.

Die fertige Datei wird als Text-Datei mit der „Ext.“ \*.3dn abgespeichert.

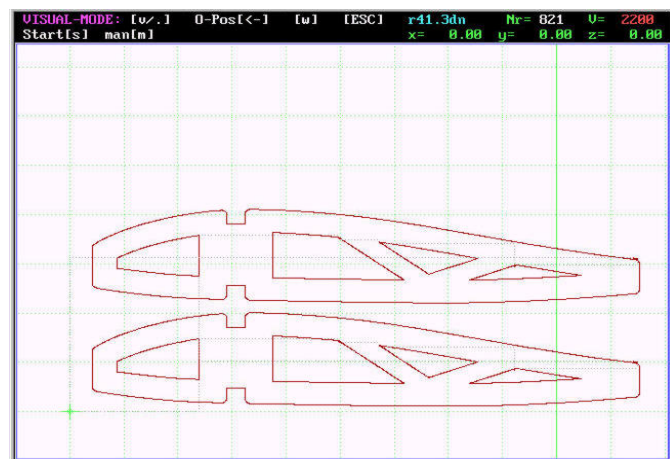
### Einfaches Beispiel: Teil des Programms "sp4.3dn"

[<i>](#)



```

SP4.3DN - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
N0001 FV_sp4.cad
N0007 X+0000.000 Y+0000.000 Z+0006.000 G00
N0008 X+0010.683 Y+0069.075 Z+0006.000 G00
N0009 X+0010.683 Y+0069.075 Z+0002.490 G00
N0010 X+0010.683 Y+0069.075 Z-0000.510 G01
N0011 X+0010.775 Y+0069.167 Z-0000.510
N0012 X+0010.900 Y+0069.200 Z-0000.510
N0013 X+0050.230 Y+0069.187 Z-0000.510
N0014 X+0050.880 Y+0069.084 Z-0000.510
N0015 X+0051.507 Y+0068.880 Z-0000.510
N0016 X+0052.094 Y+0068.581 Z-0000.510
N0017 X+0052.628 Y+0068.194 Z-0000.510
N0018 X+0053.094 Y+0067.728 Z-0000.510
N0019 X+0053.481 Y+0067.194 Z-0000.510
N0020 X+0053.780 Y+0066.607 Z-0000.510
N0021 X+0053.984 Y+0065.980 Z-0000.510
N0022 X+0054.087 Y+0065.330 Z-0000.510
N0023 X+0054.087 Y+0010.670 Z-0000.510
N0024 X+0053.984 Y+0010.020 Z-0000.510
N0025 X+0053.780 Y+0009.393 Z-0000.510
N0026 X+0053.481 Y+0008.806 Z-0000.510
N0027 X+0053.094 Y+0008.272 Z-0000.510
N0028 X+0052.628 Y+0007.806 Z-0000.510
  
```



**Bild 10 und 11:** Bild 10 zeigt das Programm "sp4.3dn". Die Wegstrecken wurden mit absoluten Werten eingegeben. Dies erleichtert die Übersichtlichkeit des Programms.

Bild 11 zeigt die visuelle Darstellung in Echtzeit auf dem Bildschirm während des Arbeitsganges oder zur Kontrolle vorher.

Dieses Programm kann mit jedem Text-Editor geschrieben oder bearbeitet werden wie MS-Dos-Editor, MS-WordPad oder MS-Word im Text-Format.

Das Programm wird mit « end » oder « ende » abgeschlossen. Anschließend wird das Programm mit dem Dateinamen z.B. "sp4.3dn" abgespeichert.

## 6. Die MOVIX Programm- Pakete:

Folgende Programm- Pakete stehen zur Verfügung und werden in gesonderten Programmbeschreibungen erläutert. Diese Programmpakete sind:

1. **BOR nx.exe** Programm zur Verarbeitung von Bohrfiles ( \*.DRL) nach Excellon (CNC7) und Sieb & Meyer (SM1000)
  2. **PLO nx.exe** Programm zum Fräsen und Gravieren nach HPGL-Plotterdateien ( \*.PLT ) von CAD/Grafik-Programmen.
  3. **DIN nx.exe** 3D-fähiges Programm zum Fräsen von Werkstücken nach DIN 66025 Dateien ( \*.3DN siehe Bild weiter unten)
  4. **PLA nx.exe** Programm zum Isolationsfräsen und Bohren nach HPGL-Files ( \*.PLA )
  5. **REL nx.exe** Programm zum Fräsen von 3D – Relief-Daten z.B. Satellitendaten der Höhenstruktur (\*.REL)
- Die MOVIX- Programmpakete sind CAM-Bearbeitungsprogramme, die so **einfach zu handhaben** sind, dass auch Anwender die **keine oder nur geringe Kenntnisse der CAD/CAM-Technik** besitzen, sie ohne lange Einarbeitungszeit anwenden können.
  - Die Programme arbeiten sehr leistungsfähig mit **einfachen CAD- oder Grafikprogrammen** wie Corel Draw, Target, Sprint-Layout u.a. populären und preiswerten CAD-Programmen, die auf dem Markt verfügbar sind.
  - Die **Programmoberfläche ist einfach aufgebaut** und durch die Verwendung von allgemein und international verständlichen Symbolen für die Steuerbefehle über die PC-Tastatur **nahezu selbsterklärend**.
  - Die Programme werden u.a. verwendet für Arbeitsstationen für "Rapid Prototyping", die für den **Prototypen und Kleinserienbau** für Test-, Forschungs- und Entwicklungslabors, wie für Schulen, Handwerksbetriebe und Privatpersonen gedacht sind. MOVIX bietet eine **"Echtzeit-Visualisierung"** des Arbeitsablaufes.
  - MOVIX startet mit dem Programm-Manager. Hier wählen Sie die Bearbeitungsmethode durch Eingabe der entsprechenden Programmwahl-Nummer 1 ... 9.

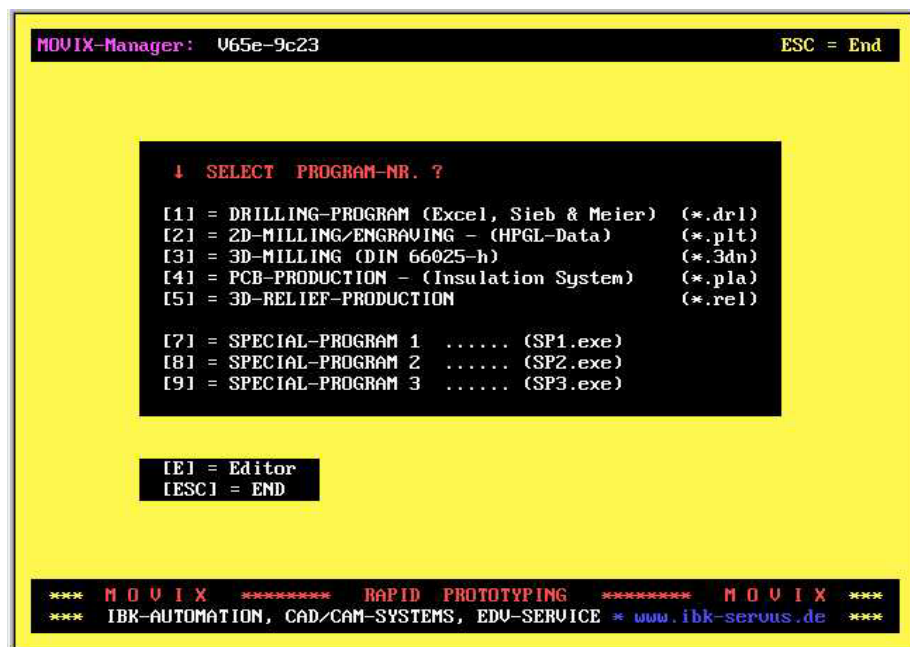


Bild 12: Der Programm-Manager

Anschließend, nach Eingabe der Programmwahl-Nummer öffnet sich der Projektwahl-Manager. Lesen Sie den Absatz 2.5.1. "Hinweise zur Programm- und Projektwahl.

## 6. 1. Kurzbeschreibung des Bohrprogramms BOR-nx.exe.



**Allgemeines:** Die Konfiguration des Bohrprogramms wird wie bei den anderen MOVIX- Anwendungsprogrammen durchgeführt. Die Positionierbahnen werden als graue Linien in der Visualisierung angezeigt. Die Bohrdateien erkennt man an der Endung ".drl" (drl = Drill für Bohrung).

- Das Bohrprogramm arbeitet mit Bohr-Dateien von "Exel" und "Sieb und Meyer". Diese Dateien werden u.a. von gängigen Isolierfräs-Programmen generiert, um nach dem Isolierfräsen, in manchen Fällen auch vorher oder ohne Isolierfräsen, entsprechende Bohrungen durchzuführen. Hierbei muss allerdings für jeden Bohrdurchmesser das entsprechende Werkzeug verwendet werden.
- Das Bohrprogramm eignet sich auch zum **präzisen zentrieren** von Bohrkoordinaten.
- Das Programm lässt sich auch **einfach mit einem Editor** schreiben. Eine Beschreibung hierfür finden Sie in der Programmbeschreibung unter Punkt 2.14. "Manuelles Erstellen und Ändern von Bohrfiles".
- Da MOVIX beim Isolierfräsen bereits ein sehr leistungsfähiges Bohrprogramm beinhaltet, wird dieses Programm meist nur in speziellen Fällen genutzt. Bitte lesen Sie den **Absatz 3.1. "Isolierfräsen mit MOVIX"** in der Programmbeschreibung.
- Die verschiedenen Bohrdurchmesser können vom Programm im Konfigurations-Menü durch Eingabe der Durchmesser-Nummer mit [ d ] selektiert werden.
- Die Bohrtiefe wird mit [ h ] festgelegt.

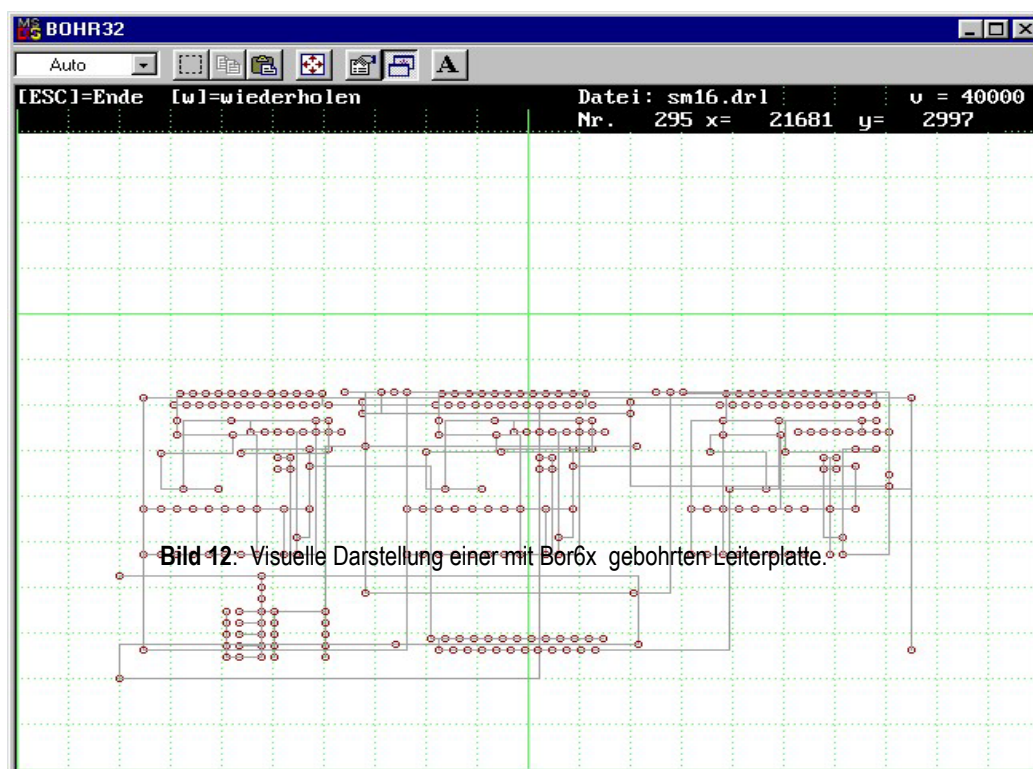


Bild 13: Visualisierung des Bohrvorganges mit dem Programm PLO65a

## 6. 2. Kurzbeschreibung des 2D-Fräs- und Gravierprogramms PLO-nx.exe

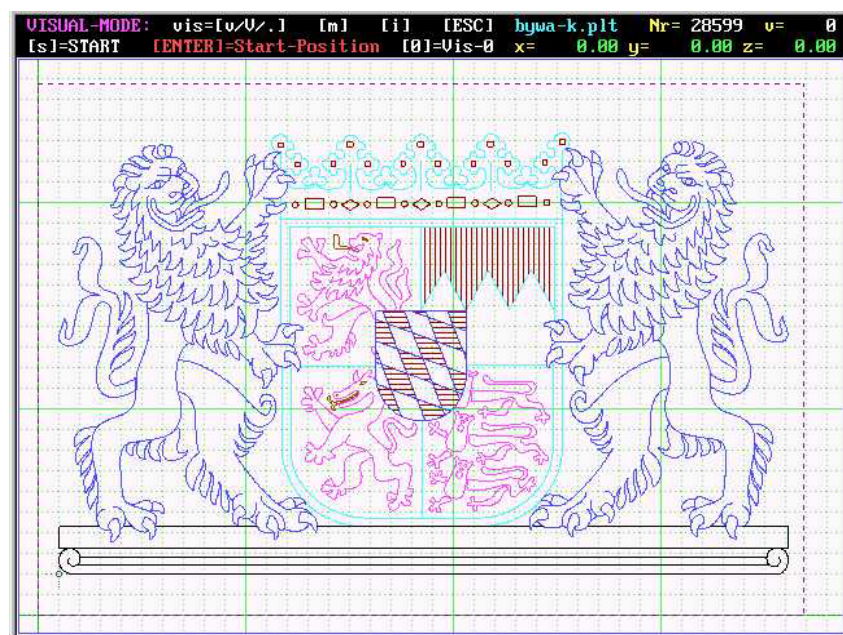


**Allgemeines:** Das 2D-Fräs- und Gravierprogramm ist ein sehr leistungsfähiges, und trotzdem sehr einfach zu handhabendes Programm für 2D- und 2,5D Fräsarbeiten. Hierbei können bereits sehr einfache CAD- oder Grafikprogramme, welche Vektorfähig sind, für die Erstellung von Bearbeitungsdaten zum Einsatz kommen.

**Das Prinzip** ist einfach! - Jede Linie (Vektor), die am PC gezeichnet wird, wird mit dem CAM-Programm PLO-nx genau so gefräst, wie sie gezeichnet wurde.

- **Die Farben dienen als dritte Dimension** und werden so zur Tiefeneinstellung genutzt.
- Der Arbeitsbereich ist gestrichelt gekennzeichnet. Er kann vergrößert und verkleinert werden und nach rechts und links, sowie nach oben und nach unten verschoben werden. Dieses Merkmal ist in allen MOVIX- Programmen verfügbar. Mit dieser Eigenschaft können in der Visualisierung auch kleine Ausschnitte vergrößert dargestellt werden.
- Die **wichtigsten Konfigurationseinstellungen** sind Maßstab, Start-Position, Positionier- und Bahngeschwindigkeiten und die Eingaben der Tiefen für das Fräsen der 3. Dimension.
- Da nur begrenzte Anzahl von Farben zur Verfügung stehen, kann die sog. 3. Dimension nur abgestuft in der Tiefe gefräst werden. Man spricht deshalb auch von 2,5D Fräsen.
- Wie in allen Movix- Programmen werden die aktuellen Positionen, die Programm-Zeilenummer und die Geschwindigkeit in den "Info-Zeilen" oben simultan, während des Arbeitsganges angezeigt.
- Der Arbeitsfortschritt wird während des Arbeitsganges in Echtzeit visuell dargestellt, so dass man den Arbeitsgang beobachten, und ggf. anhalten kann, um eventuell Änderungen oder Korrekturen durchzuführen. Durch Einfügen eines "Remarks" (REM \* Text \*) kann der Arbeitsgang programmseitig an jeder beliebigen Stelle gestoppt werden um an dieser Stelle ggf. manuell in das Programm einzugreifen.
- Es ist auch möglich, durch ein sog. Einsprungverfahren Anfang und/oder Ende der Bearbeitung festzulegen. Hierbei können bestimmte Bereiche separat bearbeitet werden bzw. ausgespart werden.
- Im Zusammenhang mit dem Vektorisierungsprogramm CorelTrace lassen sich auch "gescannte" Handzeichnungen, Fotos und gescannte Vorlagen sehr einfach, fast auf "Knopfdruck" für die Bearbeitung mit dem Fräsprogramm PLO-nx von MOVIX verwenden.

Eine genaue Beschreibung der Konfiguration und der Arbeitsweise ist in der Programmbeschreibung nachzulesen. Ein ausführlicher Artikel über die CAD/CAM-Arbeit mit PLO-nx in Zusammenarbeit mit dem Grafikprogramm CorelDraw ist zusätzlich verfügbar.



**Bild 14:** Visuelle Darstellung - "Bayerisches Wappen" mit dem Programm PLO-nx im gesamten Arbeitsbereich



### 6. 3. Kurzbeschreibung des 3D-Fräsprogramms nach DIN 66025-Dateien DIN-nx.exe.



Das 3D-Fräsprogramm arbeitet mit DIN 66025-Dateien. Es ist ein universelles Fräsprogramm, das einfach zu bedienen ist und sehr leistungsfähig ein- zwei- oder drei-dimensionale Bahnen ausführen kann. Damit ist es in der Lage, 3-Achsen- 3D-Strukturen auf den MOVIX-Maschinen zu Fräsen. Dieses Programm dient auch als Test-Programm, da es einfach in der Anwendung ist und eine einfache Sprachstruktur verwendet, mit der auch leicht Bearbeitungsdateien manuell, mit dem Editor, von Hand erstellt werden können.

Eine Beschreibung der Maschinenbefehle und des Sprachaufbaus finden Sie in einer separaten Beschreibung.

Das 3D-Fräsprogramm unterscheidet sich von den anderen Bearbeitungsprogrammen u.a. dadurch, dass es echte 3-dimensionale Bahnen fahren kann, und dass die Bahngeschwindigkeiten durch die Projekt-Programm-daten vorgegeben werden können.

Die Übernahme der Geschwindigkeiten von den Projekt-Daten kann auch abgeschaltet werden. In diesem Fall werden die Geschwindigkeiten durch die Eingaben in der Projektkonfiguration bestimmt. Dies hat den Vorteil, dass ungünstige oder fehlerhafte Festlegungen auf der CAD-Seite dadurch ausgeschlossen werden können, ohne die CAD-Projekt-Datei neu überarbeiten zu müssen.

Allerdings können bei diesem Programm auch die von der Projektdatei vorgegebenen **Geschwindigkeiten** in der Projekt-Konfiguration **beliebig skaliert** werden. Hierfür kann in der Projekt-Konfiguration der Parameter (**f-0/rela**) auf Null oder auf einen beliebigen Faktor eingestellt werden. Der Wert "0" schaltet die Skalierung der externen Geschwindigkeit aus. Der Wert z.B. "2" verdoppelt die von der Projektdatei vorgegebene Geschwindigkeit.

Der Positioniervorgang und die Bahnfahrt wird von der Projekt-Datei durch einen entsprechenden Befehl festgelegt (die DIN-66025-Befehle finden Sie in einer gesonderten Beschreibung).

Jeder Datensatz befindet sich in einer eigenen Zeile und beginnt mit der Zeilen-Nummer. Darauf folgen die Positionseingaben für die Achsen in der selben Zeile. Bei einer Bahnfahrt, z.B. 3-dimensionale Bahn müssen die Koordinaten der X-, Y- und Z-Achsen in einer Zeile stehen. Das MOVIX- Programm berechnet die Geschwindigkeiten der Achsen so, dass eine lineare Bahn im 3-dimensionalen Raum präzise gefahren wird.

Weitere Informationen erhalten Sie in der Programmbeschreibung.

Die Bilder zeigen Ergebnisse der Arbeit in Hartholz mit dem 3D-Programm DIN-nx.exe



**Bild 15:** Flasche aus Hartholz



**Bild 16:** Kugel im Käfig

## 6. 4. Kurzbeschreibung des Isolierfräs-Programms PLA-nx.exe.



Das Isolierfräs-Programm PLA-nx ist neben dem Programm PLO-nx das am meisten verwendete und das leistungsfähigste Anwendungsprogramm von MOVIX. Es ist Fräs- und Bohrprogramm zugleich.

Das Isolierfräs-Programm ermöglicht im Bereich der Leiterplattenfertigung sehr schnelle und gute Ergebnisse. Es wurde entwickelt für 1-oder 2-seitige Leiterplatten zur sofortigen Entwicklung und Herstellung von Leiterplatten im Laborbetrieb für Test-, Forschungs-, und Entwicklungslabors, Schulen, Handwerksbetriebe und Privatpersonen.

PLA-nx arbeitet mit handelsüblichen Isolierfräs- CAD- Programmen wie Target, Eagle, Sprint-Layout u.a., wenn sie Isolierfräsen unterstützen. Für Eagle gibt es sogenannte ULP- Programme zum Isolierfräsen.

Das Besondere an diesem Isolierfräs-Programm ist, dass in einem Arbeitsgang Frontplatten oder Leiterplatten für gedruckte Schaltungen, ohne Werkzeugwechsel gefertigt werden können. Das heißt, Fräsen (Isolierfräsen), Beschriften (Gravieren), der Front- oder Leiterplatte, Bohren der Bohrlöcher, Ausfräsen beliebiger Durchmesser auf 1/100 mm genau und das Ausfräsen von beliebigen Umrisskonturen und Durchbrüchen sind in einem Arbeitsgang, ohne Werkzeugwechsel, quasi auf "Knopfdruck" möglich.

Der Arbeitsgang kann im Vorfeld oder während der Arbeit in Echtzeit simuliert oder kontrolliert werden.

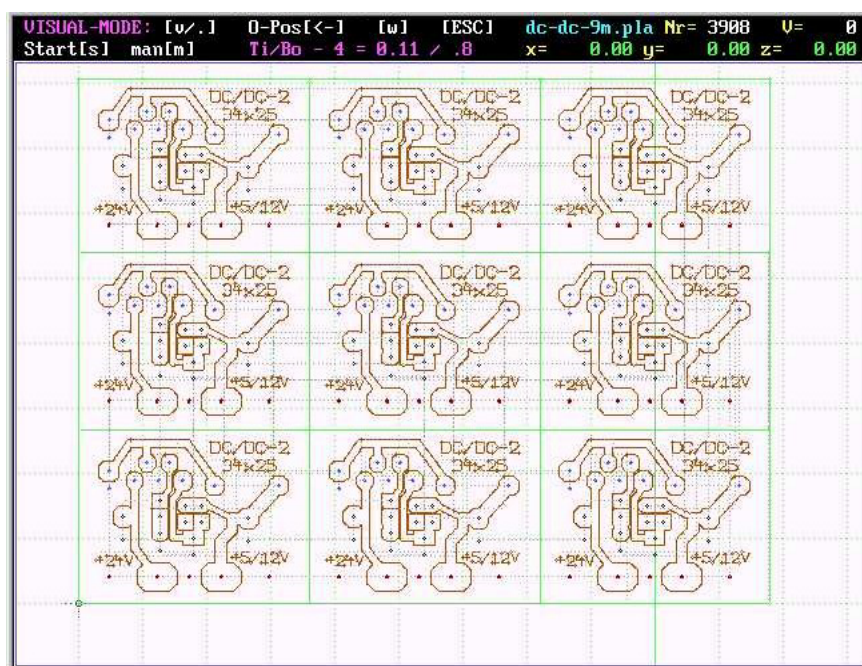
Neben dem Isolierfräsen kann PLA-nx noch Bohren, und zwar so, dass mit z.B. einem 0,8 mm- Fräser alle Bohrdurchmesser ausgefräst werden können. Sogar Bohrdurchmesser für Befestigungslöcher und große, runde Umrisskonturen können damit ausgefräst werden.

Die Geschwindigkeitseinstellung der Fräsgeschwindigkeit ist für Isolierfräsen mit einer geringen Einstechtiefe (0,1 bis 0,3 mm) vorgesehen. Beim Bohren von großen Bohrdurchmessern und Ausfräsen von Konturen und Umrissen mit großen Einstechtiefen ist eine **automatische, lineare Geschwindigkeitsreduzierung** im Programm integriert. Das Maß der Geschwindigkeitsreduzierung ist im Konfigurationsmenü einstellbar.

Im Bild sehen Sie die Visualisierung von 9 Stück Platinen für DC/DC- Konverter, die auf "Knopfdruck", in einem Arbeitsgang isoliergefräst, beschriftet, gebohrt mit allen Bohrdurchmessern und die Platinen getrennt wurden.

**PLA-7x hat ein Zusatzmodul**, den sogenannten "**Lern-Modus**", mit dem **ohne CAD-Programm** Platinen nach einer Vorlage oder Skizze gefräst werden können und gleichzeitig eine Isolierfräs-Datei erstellt wird. Diese Datei steht dann zur Reproduktion dieser Platine jederzeit zur Verfügung.

Die genaue Beschreibung aller Funktionen von PLA-nx finden Sie in der Programm-Beschreibung.



**Bild 17:** Visuelle Darstellung 9 Stück Leiterplatten, im Isolationsfräsverfahren hergestellt  
In einem Arbeitsgang ohne Werkzeugwechsel mit den Programm Pla-nx

## 6. 5. Kurzbeschreibung des 3D-Relief-Programms REL-nx.exe



Das Programm REL-nx ist ein 3-Achsen 3D-Programm, mit dem nach Bitmap-Dateien oder nach Datentabellen, welche die X-, Y- und Z-Achsen-Daten enthalten, 3D-Reliefs erstellt werden können.

Die Visualisierung ist so gestaltet, dass ein perspektivisches, 3-dimensionales "Falschfarbenbild" entsteht.

Wie im Bild unten gezeigt, wird zum Beispiel eine Landschaft 3-dimensional, perspektivisch dargestellt, so dass die Landschaft durch die Farbencodierung auch noch realistisch aussieht.

Die Konfigurierung der Projekt-Dateien weicht von der Konfigurierung der anderen Anwendungsdateien in einigen Bereichen ab, da einige Parameter, wie Höhen, Offset, Linienabstand für Schruppen und Schichten u.a. zusätzlich berücksichtigt werden müssen.

Die 3D-Daten für die Landschaften wurden Satellitendaten entnommen.

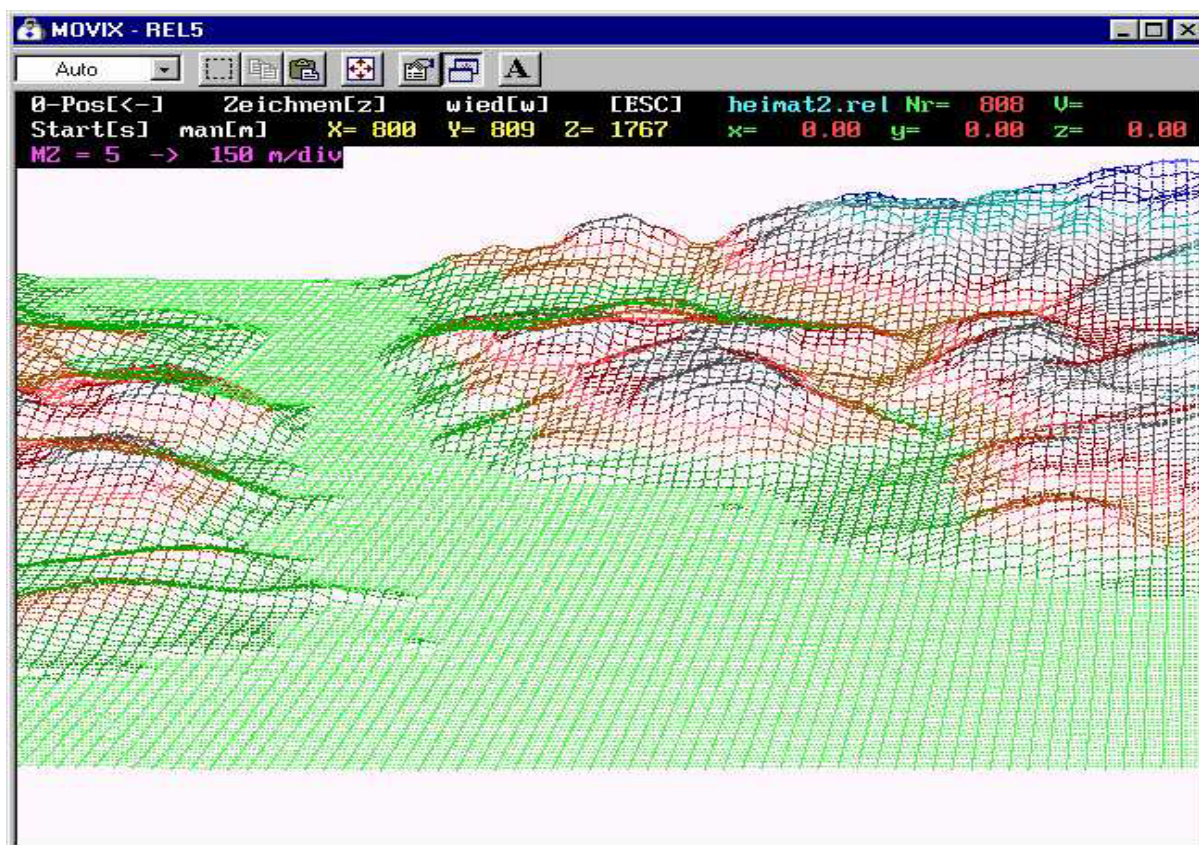


Bild 18: Visuelle, perspektivische Darstellung einer mit REL6x gefrästen 3-D Höhenstruktur  
Das Relief stellt die Landschaft, Inntal in den Alpen, südlich von Rosenheim dar.

Auf der nächsten Seite sehen Sie Bilder mit Arbeiten mit dem 3D-Relief-Programm REL-nx. Hier wird gerade die visualisierte Landschaft gefräst und danach mit dem 2D-Programm PLO-nx eine Schrifttafel in erhabener Schrift "graviert" bzw. "erhaben" gefräst.

## 6. 6. Anwendungsbeispiel (3D-Relief-Fräsen):

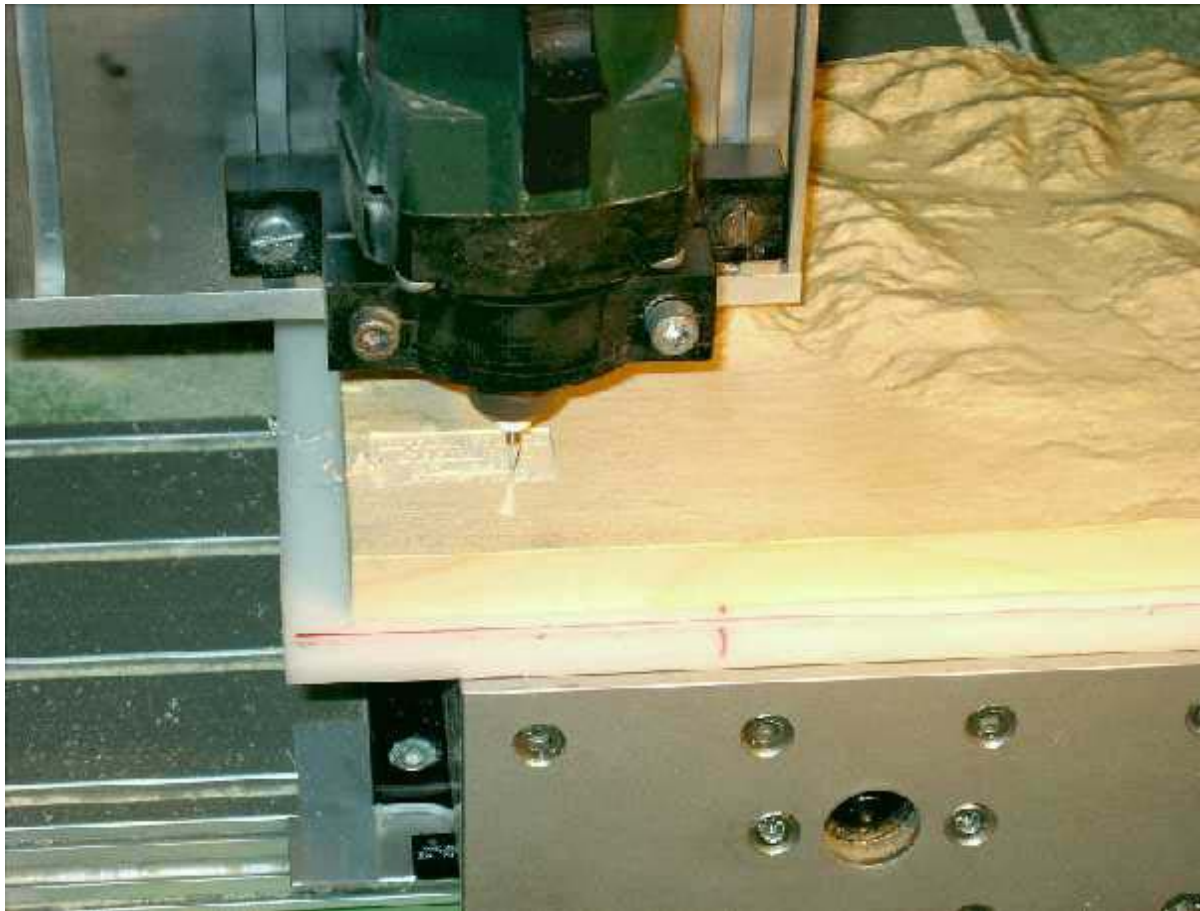


Bild 19: MOVIX beim Fräsen eines 3-D Reliefs und anschließend Fräsen eines Firmenlogos in erhabener Schrift



Bild 20: erhabene Schriften

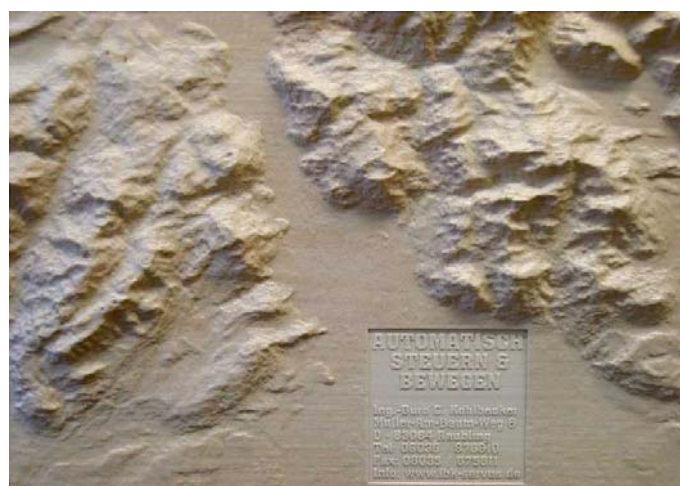


Bild 21: 3-D Relief mit Logo

## 7. Die Bewegungs- und Beschleunigungsmerkmale von MOVIX (Änderungen sind vorbehalten):

**Allgemeines:** Schrittmotoren folgen den Steuerimpulsen ihrer Ansteuerung in bestimmten Grenzen. Diese Grenzen sind physikalisch bedingt und sind abhängig von Anwendung und Last. Um innerhalb dieser Grenzen sicher zu arbeiten, wird das auf den Last- bzw. Anwendungsfall angepasste Geschwindigkeits-, Hochlauf- und Abbremsverhalten bereits in der Initialisierungsphase für die Bahnfahrt, das Beschleunigen und Abbremsen der Motoren beim Positionieren, in der Konfiguration festgelegt und abgespeichert. Die Beschleunigungsparameter können in der Movix- Maschinen- Konfiguration bei Bedarf geändert werden.

### 7.1. Die Bewegungsmerkmale:



Die Bewegungen in MOVIX unterscheiden sich in:

- Bahnbewegungen
- Positionierbewegungen

Bahnbewegungen sind 1-, 2- oder 3-dimensionale Bewegungen, die in MOVIX z.B. mit einem Werkzeug durchgeführt werden können. Das heißt, Bahnbewegungen dienen dazu, um z.B. beim Fräsen exakte Bahnen mit einer definierten Geschwindigkeit auszuführen, und zwar bei Bedarf in allen 3 Dimensionen. Hierbei werden gekrümmte Bahnen, z.B. ein Kreis, durch lauter kleine Geraden gebildet. Diese Krümmung und die Auflösung der Geraden, sowie ggf. Radiuskorrekturen werden bereits auf der CAD-Seite vorgenommen. Bahnbewegungen lassen sich in MOVIX im allgemeinen nur innerhalb der sog. Start-Stop-Frequenz ausführen. Die Arbeitsgeschwindigkeiten müssen entsprechend an die Situation angepasst werden.

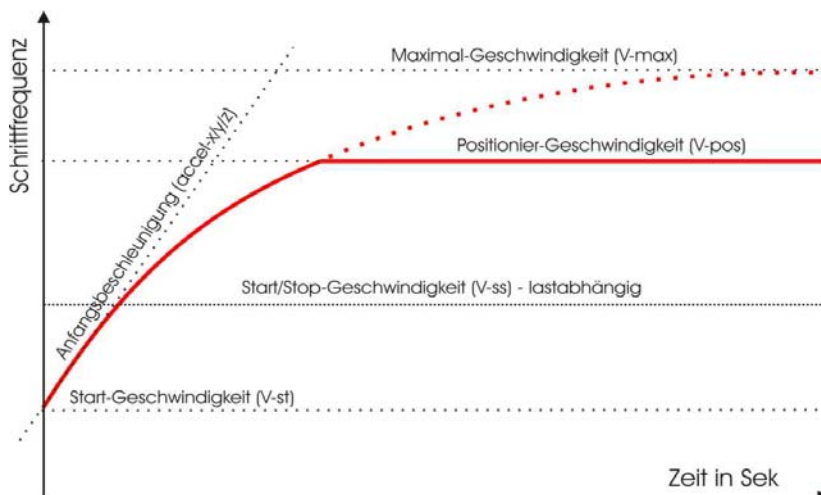
Positionierbewegungen dienen dazu, die X-, Y- und Z-Achsen, ggf. mit einem Werkzeug, so schnell wie möglich an die Position zu befördern, wo die Bearbeitung des Werkstückes erfolgt. Sie werden in MOVIX im allgemeinen für die X-, Y- und Z-Achse separat durchgeführt, d. h. dass z.B. erst die X-Achse, dann die Y-Achse bewegt wird. Dies hat den Vorteil, dass die Motoren mit Maximalgeschwindigkeit auf jeder Achse laufen können. Um die Maximalgeschwindigkeit, die oft weit über der Start-Stop-Geschwindigkeit liegt, erreichen zu können, müssen die Motoren von der Start-Geschwindigkeit auf die Positioniergeschwindigkeit durch einen definierten "Hochlauf" beschleunigt werden. Diese "Hochlauf-Eigenschaften" können in MOVIX in der Konfiguration eingestellt werden.

Die Bewegungen der Z-Achse in MOVIX werden so gesteuert, dass sich die Bearbeitungs-/Fräsgeschwindigkeiten innerhalb des Start-Stop-Bereiches befinden. Im Konfigurationsmenü kann hierfür eine eigene Z-Achsen-geschwindigkeit ( $V_z$ ) gewählt werden. Das sog. "Freifahren" und die "Null-Positionierung" sind Positioniervorgänge und werden aus Zeitgründen mit möglichst hoher Positioniergeschwindigkeit mit Hochlaufbeschleunigung durchgeführt.

### 7.2. Die Beschleunigungsmerkmale



Die folgenden Diagramme beziehen sich auf Schrittmotoren mit  $1,8^\circ$  Vollschritt und einem Mikroschritt von  $1/8$  Schritt (Mic = 8). Dies ergibt eine Schrittauflösung von 1600 Schritte pro Umdrehung.



**Bild 22:**

Das Bild zeigt das Hochlaufverhalten (Abbremsverhalten) von MOVIX beim Positionieren. Bei der Initialisierung des Systems können die Werte in weiten Bereichen verändert und den entsprechenden Arbeitsbedingungen angepasst werden. Durch Ändern der Anfangsbeschleunigung verschieben sich die Kurven, die Charakteristik bleibt dabei weitgehend erhalten.

Bahnbewegungen arbeiten ohne Hochlauf und müssen innerhalb der sog. Start-Stop- Frequenz richtig festgelegt werden. **Die Start-/Stop-Frequenz** ist die Frequenz, bei welcher der Schrittmotor ohne Hochlauf, **fehlerfrei**, d.h. ohne Schritte zu verlieren, **anläuft** bzw. **stoppt**. Die Start/Stop-Frequenz ist lastabhängig und muss von Fall zu Fall entsprechend gewählt werden. Sie liegt im allgemeinen weit unter der maximalen Arbeitsfrequenz  $V_{max}$ , die zum Positionieren bestimmt ist.

### Der sogenannte "Hochlauf":

Um die Motoren über der Start/Stop-Frequenz zu betreiben, muss steuerungsseitig in der Maschinenkonfiguration das Hochlaufverhalten so festgelegt werden, dass der Betrieb der Motoren auch bei unterschiedlichen Lastverhältnissen fehlerfrei über der Start/Stop-Frequenz, bei der Maximalfrequenz ( $V_{max}$ ) gewährleistet ist.

Beim Hochlauf startet der Motor mit der Start-Frequenz/Geschwindigkeit und beschleunigt anfangs mit der "Anfangsbeschleunigung" bis zur Maximalfrequenz, welcher er sich langsam annähert (siehe Bild1). Die maximale Hochlaufgeschwindigkeit wird nur erricht, wenn die Strecke lang genug ist. Die **Start-Geschwindigkeit** ist die Geschwindigkeit, bei der der Schrittmotor **beim Hochlauf anläuft**. Sie darf nicht mit der Start/Stop-Frequenz verwechselt werden und ist wesentlich niedriger (siehe Bild 1). Die Startgeschwindigkeit ist ein konstanter Wert, der durch Versuche ermittelt wurde und nicht verändert werden muss. Die Positioniergeschwindigkeit kann unterhalb der Maximalgeschwindigkeit liegen. In diesem Fall wird die Positioniergeschwindigkeit durch die Einstellung des Wertes  $V_{Pos}$  in der Konfiguration "gekapt" (siehe Bild 1).

### Es gibt verschiedene Hochlaufverfahren, die wichtigsten sind:

- Trapezförmiger Hochlauf (lineare Geschwindigkeitsänderung)
- S-förmiger Hochlauf (langsamer Anlauf, schneller Hochlauf und allmähliche Annäherung an die Endgeschwindigkeit)
- Asymptotische Annäherung an die Maximalgeschwindigkeit (schneller Anlauf aus der Start-Frequenz und allmähliche Annäherung an die Endgeschwindigkeit (**siehe Bild 2 und Bild 6**))

Da das Drehmoment bei Schrittmotoren bei niedrigen Geschwindigkeiten am höchsten ist und abnimmt, je höher die Frequenz bzw. Geschwindigkeit ist, ist die 3. Methode der asymptotischen Annäherung am besten geeignet. Hierbei werden die besten Leistungsergebnisse erzielt, viele Versuche haben dies bestätigt. Diese Methode ist jedoch technisch etwas aufwändiger als lineare Rampen. Beschleunigungs- und Abbremsverhalten sind symmetrisch. Bei unterschiedlichen Anwendungen und unterschiedlichen Lasten müssen die Hochlaufparameter flexibel veränderbar sein.

### Bedeutende Hochlaufparameter sind:

- Start- Geschwindigkeit ( $V_{st}$ )
- Hochlauf/Anfangsbeschleunigung ( $accel-x/y/z$ )
- Start/Stop-Geschwindigkeit ( $V_{ss}$ )
- Der Hochlaufweg
- Maximalgeschwindigkeit der einzelnen Achsen ( $V_{max}$ )
- Endgeschwindigkeit aller Achsen ( $V_{pos}$ )

[<i>](#)

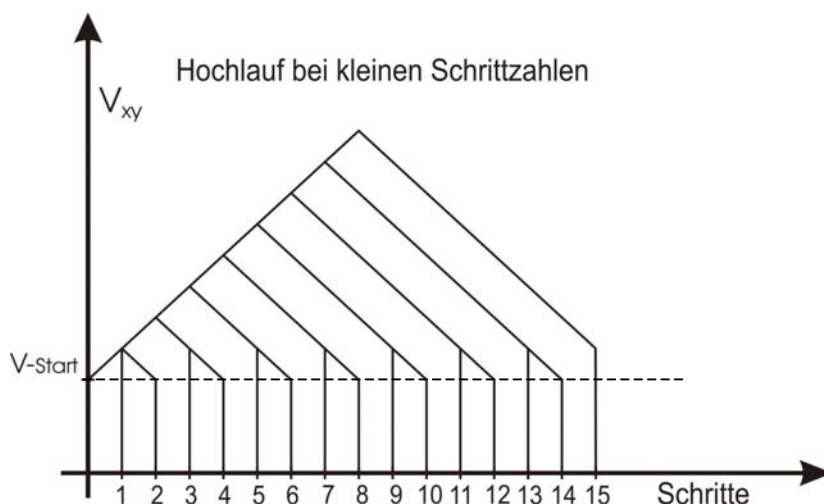
Die **Start-Geschwindigkeit** und die **Stop-Geschwindigkeit** sind im MOVIX-System gleich. Viele Versuche haben gezeigt, dass sich keine Vorteile bei unterschiedlichen Start- und Stop-Frequenzen ergeben. Deshalb wird dieser Parameter auch nur als **Start-Geschwindigkeit** bezeichnet. Die Startgeschwindigkeit ist ein fester Wert und liegt unterhalb der Start/Stop Geschwindigkeit.

**Die Hochlauf/Anfangsbeschleunigung** ( $accel-x/y/z$ ) bestimmt die Dynamik des Bewegungsablaufes. Sie ist in der Konfigurationsdatei für jede Achse separat einstellbar. Dieser Beschleunigungswert bestimmt die Geschwindigkeitszunahme der Steuerfrequenz in Schritten pro Sekunde pro Schritt. Das heißt, wenn die Startfrequenz z.B. 200 Hz beträgt und der Hochlaufaktor ( $accel-x$ ) 80 beträgt, dann startet der Motor mit 200Hz, beim nächsten Schritt ist die Geschwindigkeit um 80 Hz höher, also 280 Hz, bei 3. Schritt ist die Geschwindigkeit 360 Hz usw. Bei der Anfangsbeschleunigung handelt es sich um eine anfängliche Geschwindigkeitszunahme, die sich im Laufe des Hochlaufes verringert, bis sich die Motorfrequenz allmählich der Maximalfrequenz ( $V_{Max}$ ) nähert. Die Maximalfrequenz ( $V_{Max}$ ) kann in der Konfigurationsdatei für jeden Motor separat eingestellt werden. Hochlaufbeschleunigung und Maximalgeschwindigkeit bestimmen das dynamische Verhalten beim Positionieren.

**Die Start/Stop-Geschwindigkeit** ist kein fester Wert und ist abhängig von der Last, vom Motortyp und von der Qualität bzw. von den Merkmalen der Steuerelektronik. Die erreichbare Start/Stop-Frequenz ist System- und Situationsabhängig. Sie ist nur für die Bahnfahrt von Bedeutung. Deshalb ist ein Wert  $V_{SS}$  für die Start/Stop-Frequenz zur Erreichung der optimalen Dynamik der Bahnfahrt in der Konfiguration je nach den Bedingungen einstellbar.

**Der Hochlaufweg** wird vom Rechner flexibel für jede Bewegung des Motors berechnet und festgelegt. Der Hochlaufweg ist etwa der halbe Gesamtweg und wird mit der Formel  $W_{HL} = \text{Integerwert}((\text{Gesamtweg} + 1) / 2)$  berechnet. Niedrige Maximalgeschwindigkeiten werden im allgemeinen bereits nach wenigen beschleunigten Schritten erreicht, oder Frequenzen unterhalb der Startfrequenz starten ohne Hochlauf. Im allgemeinen variiert der Hochlaufweg von Fall zu Fall. Die Anfangsbeschleunigung bleibt in diesem Fall immer gleich.

[<i>](#)



**Bild 23:** Der Hochlauf (Positioniergeschwindigkeit) bei Schrittzahlen von 1 bis 15

Das Diagramm zeigt den Hochlauf in Abhängigkeit vom Gesamtweg bei kleinen Schrittzahlen.

Der Hochlaufweg ist:

$$W_{HL} = \text{INT}((W_{\text{ges}} + 1) / 2)$$

Die Stoppgeschwindigkeit ist bei ungeraden Schrittzahlen etwas höher als die Startgeschwindigkeit.

**Die Maximalgeschwindigkeit** ist die maximal erreichbare Geschwindigkeit beim Positionieren der Achsen, die durch die Einstellung von  $V_{\text{max}}$  in der Konfigurationsdatei für jeden Motor separat eingestellt werden kann. Sie wird in dem Konfigurationsmenü im Feld "System-Status" angezeigt. Liegt die Endgeschwindigkeit über der Startfrequenz, dann beschleunigt der Motor mit der eingestellten Anfangsbeschleunigung, bis die Endgeschwindigkeit erreicht ist, oder bis der Hochlaufweg ( $\sim 1/2$  Gesamtweg) erreicht ist.

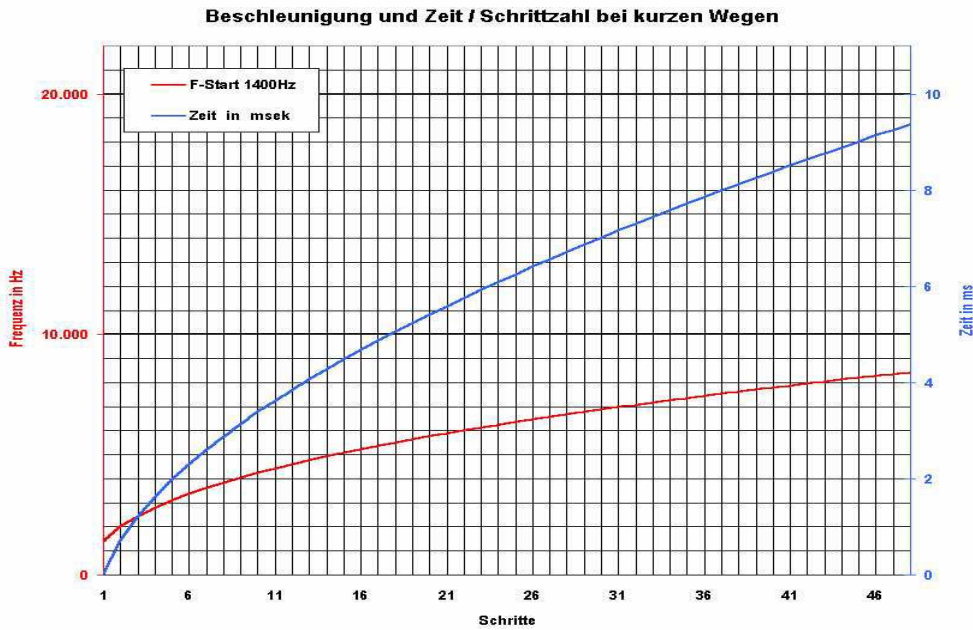
**Die Endgeschwindigkeit**, auch  $V_{\text{Pos}}$  genannt, die letztlich für die Begrenzung der Positioniergeschwindigkeit der Achsen eingeführt wurde, unterscheidet sich unter Umständen von der Maximalgeschwindigkeit. Hier wird die Geschwindigkeit einfach „gekappt“ (siehe Bild 1), um alle Achsen auf eine maximale Geschwindigkeit zu begrenzen. Hiermit wird eine generelle Geschwindigkeitsbegrenzung der Achsen erzwungen.  $V_{\text{Pos}}$  beschneidet alle Maximalgeschwindigkeiten. Liegt  $V_{\text{Pos}}$  über den Maximalgeschwindigkeiten, wird  $V_{\text{Pos}}$  nicht erreicht.

#### Weitere Bewegungsmerkmale für die Erhöhung der Dynamik bei der Bahnfahrt:

[<i>](#)

Bei der Bahnfahrt, z.B. beim Fräsen und Gravieren ist die maximal zulässige Bahngeschwindigkeit begrenzt durch die aktuelle Start/Stop-Frequenz. Eine Richtungsänderung von mehr als  $90^\circ$  bedingt eine weitere Reduzierung der praktisch nutzbaren Start/Stop-Frequenz, da hier eine wesentlich höhere Beschleunigung auftritt als bei einer "sanften" Richtungsänderung. Diese erhöhte Beschleunigung könnte zu Fehlern führen. Deshalb wurde bei MOVIX eine "Richtungsänderungs-Erkennungs-Logik" installiert, die ab einer bestimmten Geschwindigkeit  $V_{SS}$  eine kurze Pause ausführt, wenn die Richtungsänderung  $>90^\circ$  beträgt. Bis  $90^\circ$  und unterhalb der im Konfigurationsmenü eingetragenen  $V_{SS}$  wird ein Richtungswechsel mit voller Bahngeschwindigkeit durchgeführt.

Ab  $>90^\circ$  wird beim Richtungswechsel eine im Maschinen-Konfig-Menü einstellbare Pause abgewartet (1-100 ms), sofern die Bahngeschwindigkeit die im Maschinen-Konfig-Menü eingestellte  $V_{SS}$  (default-Wert = 300) überschreitet. Eine kleinere Bahngeschwindigkeit als  $V_{SS}$  erfordert keine Pause bei einem Richtungswechsel  $>90^\circ$ . Der eingestellte Default-Wert braucht im allgemeinen nicht geändert werden, er ist so gewählt, dass er nur in besonders schwierigen Lastfällen geändert werden muss.

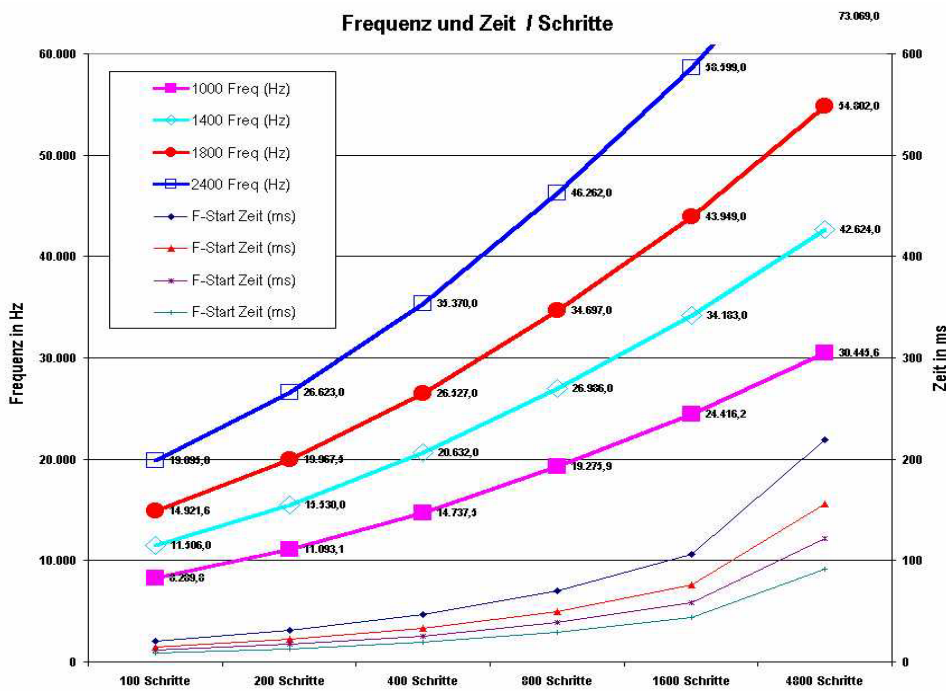


**Bild 24:** Beschleunigung und benötigte Zeit, abhängig von der Schrittzahl bei sehr kleinen Positionierwegen.

Änderungen und techn. Verbesserungen vorbehalten!



Das nachfolgende Diagramm zeigt eine Kurvenschar, aus der die Geschwindigkeit und der Zeitverbrauch nach einer bestimmten Schrittzahl (100, 200, 400, 800, 1600 und 4800 Schritte) ersichtlich ist. Aus diesen Kurven lassen sich bereits Zeitbilanzen für unterschiedliche Anwendungen ermitteln. Die genauen Werte sind in der nachfolgenden Tabelle eingetragen.



**Bild25:** Frequenz und benötigte Zeit beim Hochlauf über den Hochlaufweg bei 4 verschiedenen Startfrequenzen



Startfrequenz	F-Start = 1000		F-Start = 1400		F-Start = 1800		F-Start = 2400		
	nach	Zeit (ms)	nach	Freq (Hz)	nach	Freq (Hz)	nach	Freq (Hz)	
100 Schritte		20,5	8.289,8	14,7	11.506,0	11,4	14.921,6	8,6	19.895,0
200 Schritte		30,8	11.093,1	22,0	15.530,0	17,1	19.967,5	12,9	26.623,0
400 Schritte		46,3	14.737,5	33,1	20.632,0	25,7	26.527,0	19,3	35.370,0
800 Schritte		69,7	19.275,9	49,8	26.986,0	38,7	34.697,0	29,0	46.262,0
1600 Schritte		106,0	24.416,2	75,7	34.183,0	58,9	43.949,0	44,2	58.599,0
4800 Schritte		218,7	30.445,6	156,2	42.624,0	121,5	54.802,0	91,1	73.069,0

Tabelle 1: Zum Bild 4 zugehörige Zahlentabelle







# **Ing.- Büro Kohlbecker**

Automatisierungstechnik \* Sensorik \* EDV-Dienstleistungen



mit dem

## **AUTOMATISIERUNGSSYSTEM**

# **MOVIX**

<i>

**typische Komponenten und Anwendungsbeispiele**

**für das MOVIX- Automatisierungssystem**

**und für "Rapid Prototyping"**

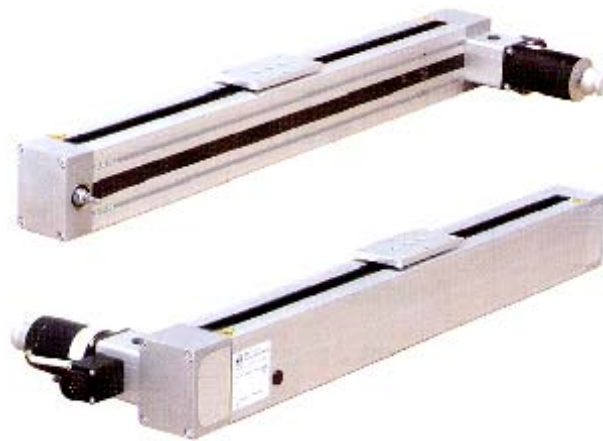
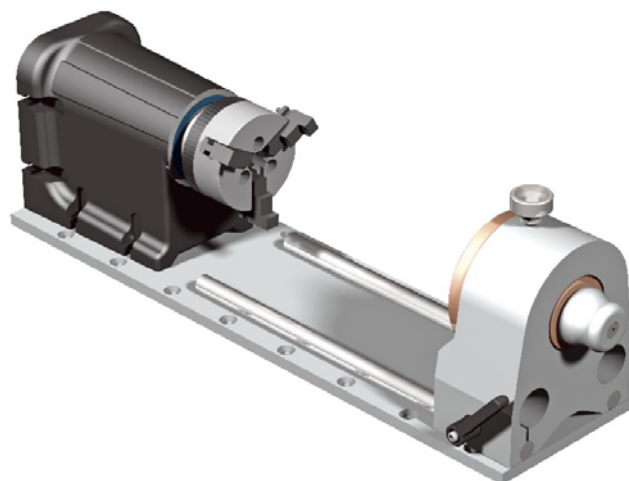
Typische Komponenten, die im MOVIX - Automatisierungssystem eingesetzt werden.



Lineareinheit mit Zahnriementrieb und Schrittmotor mit Übersetzung 1:1 oder 2:1



Kreuztisch mit Blueline Lineareinheiten (noch nicht Motorisiert)

**Komponenten für den MOVIX- Einsatz:****Kreuztisch mit Kugelumlaufspindeltrieb und Schrittmotor****Lineareinheit mit Zahnriementrieb und Schrittmotor****Rotationseinheit mit Schrittmotorantrieb ( $\ddot{U} = 1 : 30$ )**

## Typische Beispiele für MOVIX- Systemanwendungen:



Kontroll-Box für 3 Motor-Achsen **SM65e** mit integriertem PC, mit USB-Datentransfer



Kontroll-Box für 3 Motor-Achsen **SM65a** ohne PC mit LPT1-Ansteuerung

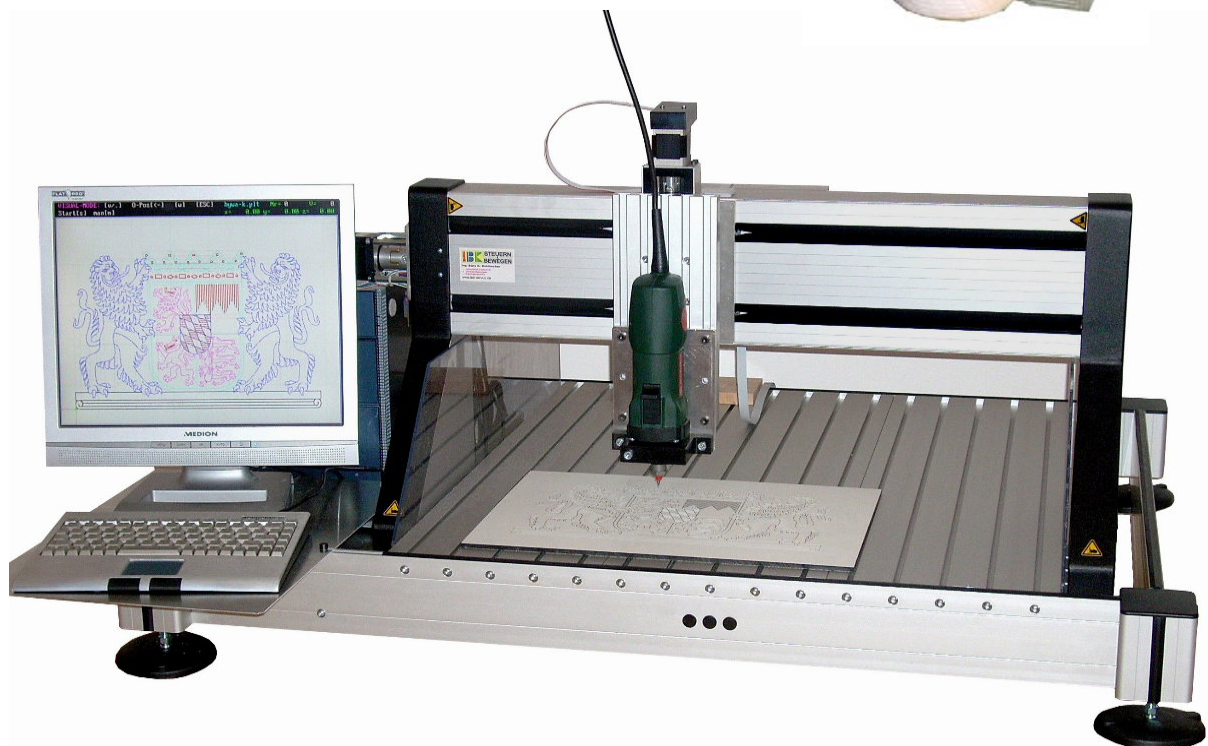


A4-Fräsmaschine - **komplettes CAD/CAM-System** mit embedded PC und Bildschirm mit Kontroll-Box SM65e für Handwerk und Hobby



PT-360, unser Arbeitspferd.  
Komplette Portal-Fräsanlage  
mit  
integriertem PC und Bildschirm  
für 2D und 3D Anwendungen

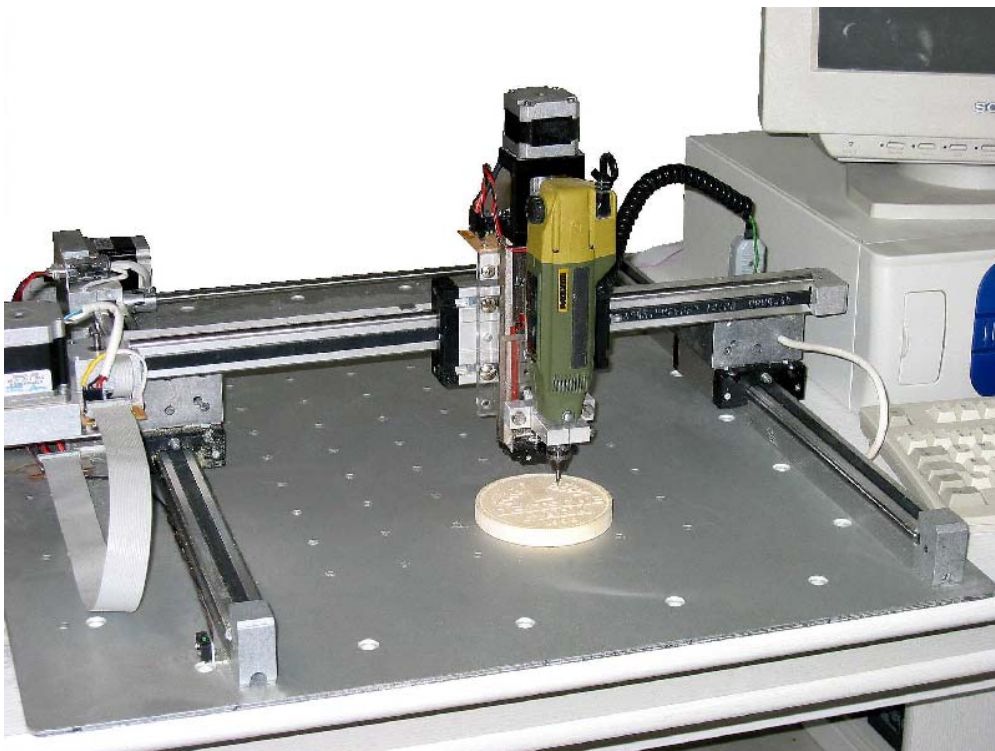
Beispiel eines mit der  
gezeigten Anlage gefräst-  
tes 3D-Modells einer  
Flasche mit Verschluss in  
Hartholz gefräst nach  
DIN 66025 Dateien.



Flachbetтанlage mit MOVIX- Controller für die Firma Audi in Ingolstadt (Arbeitsbereich 500x 560 mm)



Fräsanordnung zum Bearbeiten von runden Werkstücken mit PC und Bildschirm

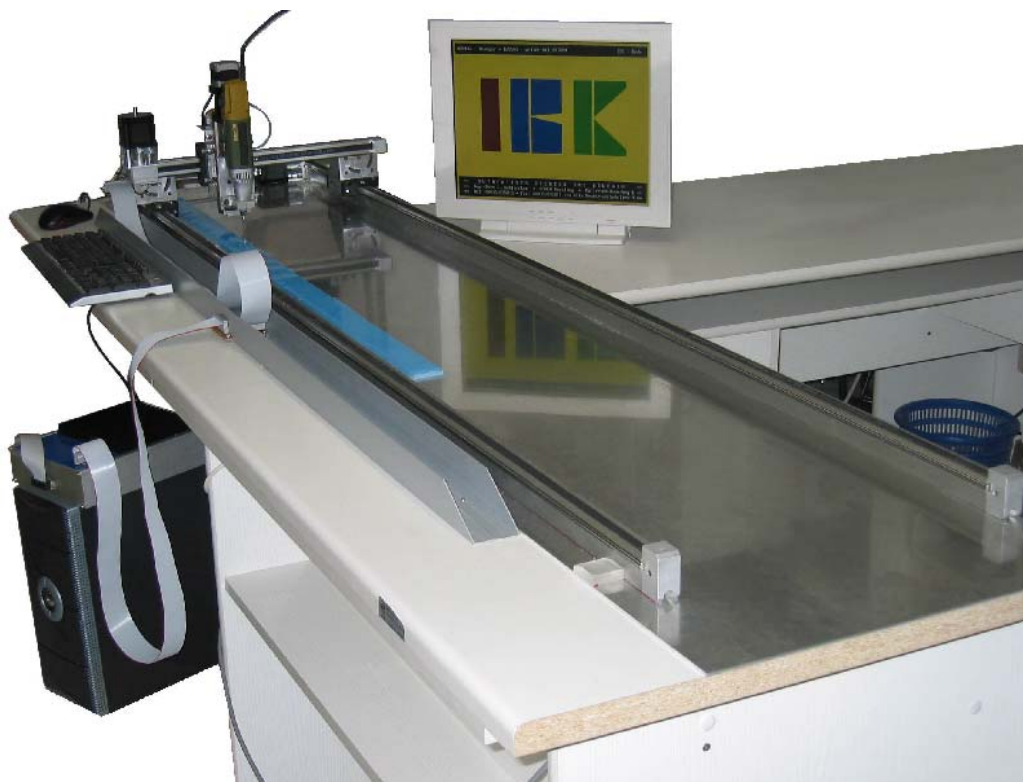


Sonderanfertigung einer Flachbettanlage zum Gravieren und Fräsen von 2,5-D Werkstücken





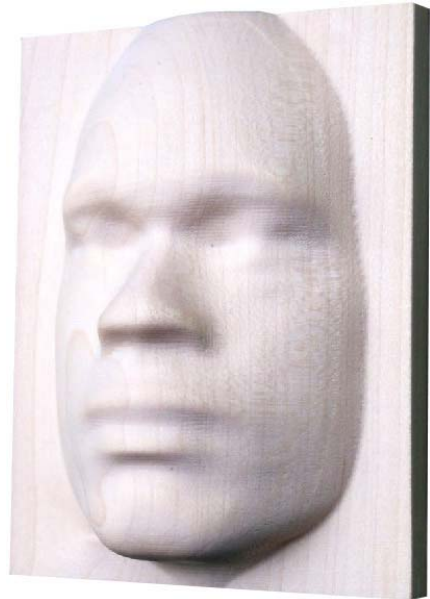
Aufrüstung einer Plasma- Schneideanlage mit einer MOVIX - 2D-Positioniersteuerung mit Zahnriemenantrieb



Gravieranlage für bis zu 2m langen Teilen für die Medizintechnik

**Beispiele von 2- und 3-D Arbeiten mit MOVIX**

3-dimensionale Kugel im Käfig aus dem Vollen gefräst



James – 3-D-Plastik aus Ahornholz



Parfumflasche mit Portalanlage gefräst



Nostalgie in Holz



In Marmor gefrästes Relief – 49x29 cm (Bayrisches Wappen)



Mit MOVIX 3-dimensional gefräster Geigenboden mit Echtzeitvisualisierung (Oberseite)



Ring mit eingegrästem Landschaftsrelief



2 Meter langes Lineal mit FB- Anlage



Feine Gravur in Jagdmesser



3-D Relieffräsung in Marmor



Erhabene Gravur in Aluminium



