

Drucker und Plotter

Inhaltsverzeichnis

| | | Seite |
|-----------|--|-------|
| 1 | Drucker | 4 |
| 1.1 | Druckprinzipien | 4 |
| 1.2 | Typenraddrucker (bzw. Schreibmaschine) | 4 |
| 1.3 | Matrixdrucker | 5 |
| 1.3.1 | Nadeldrucker | 5 |
| 1.3.1.1 | 9-Nadeldrucker | 6 |
| 1.3.1.2 | 18-Nadeldrucker | 6 |
| 1.3.1.2.1 | 18-Nadeldrucker mit versetzten Nadelreihen | 7 |
| 1.3.1.2.2 | 18-Nadeldrucker mit parallelen Nadelreihen | 7 |
| 1.3.1.3 | 28-Nadeldrucker | 7 |
| 1.3.1.4 | 24-Nadeldrucker | 7 |
| 1.3.1.5 | 48-Nadeldrucker | 8 |
| 1.3.1.6 | Lautstärke bei Nadeldruckern | 8 |
| 1.3.1.7 | Farbe bei Nadeldruckern | 9 |
| 1.3.2 | Tintenstrahldrucker | 9 |
| 1.3.3 | Thermodrucker | 9 |
| 1.4 | Thermotransferdrucker | 10 |
| 1.5 | Laserdrucker | 10 |
| 1.6 | LCS- und LED Drucker | 11 |
| 1.7 | Einsatzgebiete der verschiedenen Drucktechnologien | 12 |
| 1.8 | Drucktechniken | 12 |
| 1.8.1 | Nadeldrucker | 12 |
| 1.8.1.1 | Das Klappanker-Verfahren | 12 |
| 1.8.1.2 | Das Stored energy-Prinzip | 12 |
| 1.8.2 | Tintenstrahldrucker | 13 |
| 1.8.2.1 | Das Bubble Jet-Prinzip | 13 |
| 1.8.2.2 | Die Piezo-Technik | 13 |
| 1.8.3 | Laserdrucker | 14 |
| 2 | Plotter | 16 |
| 2.1 | Tischplotter | 16 |
| 2.2 | Trommelplotter | 16 |
| 2.3 | Flachbandplotter | 17 |
| 2.4 | Reibungsplotter | 17 |
| 2.5 | Zeichnungsträger | 17 |
| 2.5.1 | Plotterpapier opak | 17 |
| 2.5.2 | Transparentpapier | 18 |
| 2.5.3 | Clearprint-Paper | 18 |
| 2.5.4 | Mattierte Polyesterfolie | 18 |
| 2.5.5 | Spezialfolie glatt | 18 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.6 | Zeichenwerkzeuge | 18 |
| 2.6.1 | Universelle Tintenschreiber | 18 |
| 2.6.2 | Tintenkugelschreiber | 19 |
| 2.6.3 | Gasdruckminen | 19 |
| | | |
| 3 | Druckerbetriebssysteme, Druckersprachen | 20 |
| 3.1 | TTY | 20 |
| 3.2 | ESC/P | 20 |
| 3.3 | NEC | 21 |
| 3.4 | IBM | 21 |
| 3.5 | HP PCL | 22 |
| 3.6 | HP-GL und HP-GL/2 | 23 |
| 3.7 | PostScript | 23 |
| 3.8 | Übersicht | 23 |
| | | |
| 4 | Schnittstellen | 25 |
| 4.1 | Serielle Schnittstelle | 26 |
| 4.1.1 | XON/XOFF | 26 |
| 4.1.2 | ETX/ACK | 27 |
| 4.1.3 | DTR | 27 |
| 4.2 | Centronics Schnittstelle | 27 |
| | | |
| 5 | Quellenverzeichnis | 28 |

1. Drucker

Zur Charakterisierung eines Computers untersucht man dessen Hard- und Software. Um die verschiedenen Drucker in gewisse Kategorien einzuordnen, muß die Hardware von der Software getrennt werden. Unter der Druckerhardware versteht man den technischen Aufbau des Druckers: Funktionsprinzip, Papiertransport, Bedienung usw. Die Software ist in diesem Zusammenhang als das Druckerbetriebssystem zu verstehen. Es sorgt dafür, daß die vom Computer kommenden Daten korrekt interpretiert und verarbeitet werden. Das Druckerbetriebssystem umfaßt weiterhin die Steuerung sämtlicher mechanischer Komponenten.

1.1 Druckprinzipien

Grundsätzlich unterscheidet man Zeilen- und Seitendrucker. Zeilendrucker geben, wie der Name schon vermuten läßt, den Text oder die Grafik Zeile für Zeile am Papier aus. die Seitendrucker produzieren dagegen fertige Druckseiten. Beispielsweise gibt ein Laserdrucker ein Blatt erst dann aus, wenn dieses vollständig beschrieben wurde. Zu den Zeilendruckern zählt man folgende Druckprinzipien:

- ⇒ Typenraddrucker
- ⇒ Nadeldrucker
- ⇒ Tintenstrahldrucker
- ⇒ Thermodrucker

Unter die Kategorie Seitendrucker fallen:

- ⇒ Laserdrucker
- ⇒ LED-, LCS- und Ionendrucker
- ⇒ Thermotransferdrucker
- ⇒ Satzbelichtungsmaschinen

Es gibt zwar noch weitere Drucktechniken (zum Beispiel Walzendrucker), diese kommen aber nur im Zusammenhang mit Großrechenanlagen vor.

1.2 Typenraddrucker (bzw. Schreibmaschine)

Typenraddrucker bzw. an Computer anschließbare Schreibmaschinen sind heutzutage nur noch selten im Einsatz. Obwohl sie über ein ausgezeichnetes

Schriftbild verfügen, das bisher von keinem anderen Drucker in puncto Qualität übertroffen wurde, überwiegen die Nachteile: langsame Geschwindigkeit, hohe Lautstärke und keine Grafikfähigkeiten. Selbst Laserdrucker haben im Vergleich zu Typenraddruckern noch ein etwas ausgefranztes Druckbild. Besonders wenn ein Typenraddrucker mit Karbonfarbband verwendet wird, ergibt sich ein tiefschwarzer, klarer und gestochen scharfer Ausdruck. (siehe A1/B1 (Anhang Seite 1, Bild 1))

Bei Typenraddruckern sind die anzuschlagenden Typen mit den jeweiligen Zeichen in einem Rad angeordnet. Soll nun ein bestimmter Buchstabe gedruckt werden, muß das Typenrad auf die richtige Position gedreht werden. Danach preßt ein Elektromagnet die Type auf das Papier (mit einem Farbband zwischen Blatt und Type). Durch diesen aufwendigen Vorgang und die verhältnismäßige träge Mechanik braucht es natürlich eine gewisse Zeit, bis das gewünschte Zeichen auf dem Papier erscheint. Die Geschwindigkeit von Typenraddruckern ist nur für Reinschriften ausreichend. Für lange Texte und Probeausdrucke sollte man auf ein anderes Druckprinzip zurückgreifen.

Der gravierende Nachteil dieser Druckart ist jedoch, daß Typenraddrucker nicht in der Lage sind, Grafikzeichen oder verschiedene Schriftarten zu drucken. Will man zum Beispiel eine Textpassage durch Kursivschrift hervorheben, muß an der betreffenden Stelle das Typenrad von Hand gewechselt werden. Sollen dann noch andere Textattribute, wie Fettschrift oder Hoch- und Tiefstellung, hinzukommen, wird man länger damit beschäftigt sein, die Typenräder zu wechseln, als den Text in den Computer einzugeben.

Der Vorteil, der viele Käufer dazu veranlaßt eine Typenraddrucker zu kaufen, ist seine Dokumentenechtheit. Mit diesen Druckern kann man Urkunden und Verträge drucken, die einer gerichtlichen Untersuchung standhalten. Es gibt zwar in letzter Zeit auch einige Laserdrucker, die das Prädikat der Dokumentenechtheit führen, dabei ist man aber an bestimmte Hersteller mit ihren Geräten und Zubehör gebunden. Für Vielschreiber (mehr als 2000 Seiten pro Monat) empfiehlt es sich nicht, einen Typenraddrucker zu erstehen.

1.3 Matrixdrucker

Matrixdrucker zählen heute zur verbreitetsten Druckart. Durch ihre Funktionsweise sind sie sehr flexibel einsetzbar, angefangen vom einfachen Listing-Ausdruck bis hin zum Geschäftsbrief. Da ihre Ansteuerung im großen und ganzen standardisiert ist, werden sie von nahezu allen Programmen des Personal Computer-Marktes unterstützt. Bei den Matrixdruckern unterscheidet man drei Funktionsprinzipien:

- ⇒ Nadeldrucker
- ⇒ Tintenstrahldrucker
- ⇒ Thermodrucker

Im Gegensatz zu den Typenraddruckern, bei denen der zu druckende Buchstabe auf der Type fest eingraviert und somit unveränderbar vorgegeben ist, werden bei den Matrixdruckern die einzelnen Zeichen aus vielen kleinen Punkten (einer sogenannten Matrix) zusammengesetzt. Für jeden Punkt kann man nun einzeln bestimmen, ob er am Papier erscheinen soll oder nicht. Durch die Größe der Matrix

ist die Ausgabequalität und Auflösung der einzelnen Zeichen bestimmt. Je mehr Punkte in der Matrix vorhanden sind, desto besser ist die Qualität. (siehe A1/B2)

1.3.1 Nadeldrucker

Unter den Matrixdruckern ist der Nadeldrucker das erfolgreichste Modell. Auf Grund seines günstigen Preises und seiner großen Flexibilität hat er sich sowohl im Heim- als auch im Bürobereich durchgesetzt. Im Druckkopf eines Nadeldruckers sind mehrere extrem dünne Nadeln senkrecht übereinander angeordnet. Kleine Elektromagneten schieben die Nadeln nach vorne, die das Farbband auf das Papier drücken. Der große Vorteil der Nadeldrucker liegt in dem Umstand, daß Papier mit Durchschlägen bedruckt werden kann. Ein normaler Nadeldrucker schafft meistens drei Durchschläge (plus Original). Es gibt jedoch auch Nadeldrucker die zehn bis zwölf Durchschriften korrekt erzeugen. Deshalb sind Nadeldrucker für die Formularbearbeitung geradezu prädestiniert. Das Spektrum der Nadeldrucker reicht von 7-, 8-, und 9-Nadeldrucker über 18- und 24- bis hin zu 48-Nadeldrucker. Auch ein 28-Nadeldrucker, der ein Mittelding zwischen zwei verschiedener 18-Nadeldrucktechniken darstellt, ist erhältlich. Die 7- und 8-Nadler gehören noch zur ersten Druckergeneration und spielen heutzutage wegen ihrer geringen Ausgabequalität keine Rolle mehr.

1.3.1.1 9-Nadeldrucker

Bei den 9-Nadeldruckern wird ein Zeichen in der sogenannten Draft-Qualität (EDV-Schrift) auf einer Matrix von 11 * 9 Punkten zusammengesetzt (siehe A1/B3). Diese Schrift läßt die einzelnen Punkte (Nadeldurchmesser 0,3 mm) noch deutlich erkennen, ist aber für Probe- oder Listingausdrucke ausreichend. Für gehobeneren Ansprüche besitzen die meisten 9-Nadel-Geräte den sogenannten NLQ-Modus (NLQ: Near Letter Quality = annähernd Korrespondenzqualität). Um diese Qualität zu erreichen, wird ein Zeichen aus 23 * 18 Punkten zusammengesetzt. Dabei verwenden die Drucker einen kleinen Trick: Der Druckkopf fährt mit der halben Geschwindigkeit am Papier vorbei und erreicht somit in der Horizontalen die doppelte Auflösung. Bei diesem Druckvorgang wird zuerst nur die erste, dritte, fünfte, ... und siebzehnte Reihe des Zeichens gedruckt. Am Ende der Zeile führt der Drucker einen Zeilenvorschub von nur einem halben Nadeldurchmesser (1/216 Zoll (1 Zoll = 25,4 mm)) aus. Anschließend wird dann die zweite vierte, sechste, ... und achtzehnte Reihe der Zeile gedruckt. Dadurch verschmelzen die einzelnen Punkte zu einem kompletten Zeichen. Der große Nachteil bei dieser Druckart ist jedoch, daß sich die Druckgeschwindigkeit auf ein Viertel reduziert (halbe Geschwindigkeit des Druckkopfs und zwei Durchgänge pro Zeile). Diese Schriftart ist aber für viele, besonders private Anwendungszwecke durchaus ausreichend.

Darüber hinaus bieten Nadeldrucker in den meisten Fällen verschiedene Schriftkombinationen und -arten. Die Schriftbreite läßt sich von 5 bis 20 cpi (cpi: Characters Per Inch = Zeichen pro Zoll) variieren. Jede Schrift kann mit unterschiedlichen Schriftattributen versehen werden.

Neben den verschiedenen Schriften besitzen alle Nadeldrucker auch Grafikfähigkeiten. Dadurch kann man Tabellen oder Diagramme leicht in den Text einfügen. 9-Nadeldrucker bringen die Grafik in einer Auflösung von 60

dpi bis 240 dpi (dpi: Dots per Inch = Punkt pro Zoll) in der Horizontalen und von 72 bis 216 dpi in der Vertikalen auf das Papier.

Die 9-Nadeldrucker zählen zu den günstigsten Geräten auf dem Markt schaffen jedoch fast nie mehr als 250 cps (cps: Characters Per Second = Zeichen pro Sekunde).

1.3.1.2 18-Nadeldrucker

Für einige Anwendungsgebiete ist ein 9-Nadeldrucker zu langsam. Teilweise wird ein schnellere NLQ-Schrift gewünscht, und manchmal verlangt man nach einer schnelleren Draft-Schrift. Die Konstrukteure entwickelten deshalb zwei verschiedenen Varianten eines 18-Nadeldruckers. (siehe A1/B4)

1.3.1.2.1 18-Nadeldrucker mit versetzten Nadelreihen

Bei diesen Geräten sind im Druckkopf zwei Reihen von je 9 Nadeln angeordnet. Die zweite Reihe ist jedoch um einen halben Punkt nach unten versetzt. Auf diese Weise überlappen sich die Abdrücke der Nadeln. Dadurch ist ein 18-Nadeldrucker in der Lage, einen geschlossenen Senkrechten Strick in einem Durchgang auf das Papier zu bringen. So ergibt sich eine Geschwindigkeitssteigerung der NLQ-Schrift auf das vierfache (im Vergleich zu einem entsprechenden 9-Nadeldrucker): Es fällt der zweite Zeilendurchgang weg, und der Drucker erzeugt wegen der zweiten Reihe die doppelte horizontale Information. der Ausgabedurchsatz der Draft-Schrift erhöht sich bei dieser Drucktechnik nicht. (siehe A2/B1)

1.3.1.2.2 18-Nadeldrucker mit parallelen Nadelreihen

Im Bürowesen müssen oft eine Menge von Formularen ausgefüllt werden. Dazu wird meistens nur die Draft-Schrift verwendet, da der Druckgeschwindigkeit mehr Bedeutung zugemessen wird als der Ausgabequalität. Deshalb wurde eine weitere Variante eines 18-Nadeldruckers entwickelt, die diesen hohen Geschwindigkeitsansprüchen genügen. dazu beherbergt der Druckkopf zwei Reihen zu je 9 Nadeln, wobei beide Reihen parallel angeordnet sind. Der Vorteil liegt darin, daß nun in Draft-Schrift bei gleicher Zeit die doppelte Menge an horizontaler Information gedruckt wird (siehe A2/B2). Bei der NLQ-Schrift ergibt sich gegenüber einem 9-Nadeldrucker lediglich eine Steigerung mit dem Faktor 2. Die typische Druckgeschwindigkeit bei diesen Druckern beträgt 1000cps.

1.3.1.3 28-Nadeldrucker

Beide Versionen der 18-Nadeldrucker haben Ihre Vor- und Nachteile. Wünschenswert wäre ein Drucker, der nur die Vorteile vereint: sehr schnelle Draft- und NLQ-Schrift. Die Lösung liegt nahe: Man benötigt einen Druckkopf mit drei Reihen, wobei eine Reihe vertikal um einen halben Punkt versetzt ist. Ausgehend von dieser Idee, entwickelten die Konstrukteure von C.Itho einen 28-Nadeldrucker (siehe A2/B3). Dieser Drucker arbeitet immer mit zwei Nadelreihen. Je nachdem, in welchen Modus das Gerät betrieben wird, kommen zwei parallele oder zwei

versetzte Nadelreihen zur Anwendung. Diese Drucker bieten auch die Möglichkeit den Papiertransport von der Rückseite (Endlospapier) und von der Vorderseite (Einzelblatt) zu betreiben. Das Papier wird hier nicht über eine Walze, sondern gerade durch den Drucker transportiert.

1.3.1.4 24-Nadeldrucker

Ein anderer Trend der Druckentwicklung war die Verwendung von 24 Nadeln. 24-Nadeldrucker weisen gegenüber den 9- und 18-Nadeldruckern eine Geschwindigkeits- und Qualitätssteigerung auf. Darüber hinaus sind sie kaum teurer als ihre Konkurrenzprodukte mit weniger Nadeln. Sie besitzen in ihrem Druckkopf zwei Reihen zu je 12 Nadeln, wobei die zweite Reihe um einen halben Punkt nach unten versetzt ist. Durch diesen Trick entfällt der zweimalige Druckvorgang und die halbe Geschwindigkeit des Druckkopfs der 9-Nadler. Da die einzelnen Nadeln auch im Durchmesser auf 0,2 mm verringert wurden (bei den 9- und 18-Nadeldruckern beträgt er 0,3 mm), ist gleichzeitig eine Auflösungssteigerung erreicht worden. Für das Formularwesen sind 9- und 18-Nadeldrucker jedoch besser geeignet als ein 24-Nadeldrucker, da die dickeren Nadel auch bis zum letzten Durchschlag deutliche Punkte erzeugen. Die zu druckenden Zeichen werden bei einem 24-Nadeldrucker aus einer 35 * 24 Punktmatrix zusammengesetzt (siehe A2/B4). Die einzelnen Buchstaben und Symbole können nun mit wesentlich mehr Feinheiten entworfen und gedruckt werden. Das gesamte Druckbild wirkt sauberer und feiner. Bei einem 24-Nadeldrucker spricht man nicht mehr von einer NLQ-Schrift, sondern von der sogenannten LQ-Schrift (LQ: Letter Quality = Korrespondenzqualität).

Obwohl die LQ-Schrift durch ihre hohe Qualität überzeugt, entwickelten die Druckerkonstrukteure die SLQ-Schrift (SLQ: Super Letter Qualität = Gesteigerte Korrespondenzqualität). Die Größe des Minimalzeilenvorschubes beträgt dabei 1/360 Zoll, da die Drucknadeln einen Abstand von 1/180 Zoll (ausgehend vom Mittelpunkt der Nadeln) aufweisen. Es sind jedoch nicht alle 24-Nadeldrucker in der Lage, Texte in SLQ-Schrift auszugehen. In der Grafikauflösung wurde mit der neuen Druckergeneration ein gewaltiger Schritt nach vorne gemacht. sie konnte bei den meisten Geräten auf 360 * 360 dpi gesteigert werden. Einige Geräte erreichen nur 360 * 180 dpi oder 180 * 180 dpi, aber selbst diese Punktdichte ist in 90 Prozent der Anwendungsfälle ausreichend. Bei Grafiken mit 360 dpi sind mit dem bloßen Auge fast keine einzelnen Punkte oder die gefürchteten Treppenstufen zu erkennen. Es wurde schon erwähnt, daß durch die Verwendung von 24 Nadeln eine Geschwindigkeitssteigerung erzielt werden konnte. Bei 24-Nadeldrucker ist eine Geschwindigkeit von 200 bis 300 cps in Entwurfsqualität und 60 bis 120 cps in LQ normal. 9 Nadeldrucker sind im Gegensatz dazu mit 150 cps in EDV-Schrift und 50 cps in NLQ deutlich langsamer. Die schnellsten Geräte der neuen Gattung schaffen sogar eine Geschwindigkeit bis zu 400 cps.

1.3.1.5 48-Nadeldrucker

Das Spitzenmodell der Nadeldruckerpalette stellt der Epson TLQ-4800 dar (TLQ: Top Letter Quality = höchste Korrespondenzqualität). Das Besondere des TLQ-4800 ist, daß er mit 48-Nadeln arbeitet, die einen Durchmesser von 0,17 mm besitzen. Dadurch kann er noch filigraner drucken als ein 24-Nadeldrucker. Dieser

Drucker schafft in nur einen Zeilendurchgang die Auflösung 360 * 360 dpi. Damit ist er zwar besser als ein Laserdrucker (300 * 300 dpi), in der Praxis jedoch nicht. Der Durchmesser eines Laserstrahles ist erheblich dünner gegenüber den Drucknadeln. Deshalb erzeugt ein Laserdrucker etwas schärfere Kanten und feinere Linien als dieser Drucker. Ein Vorteil dieses Druckers ist jedoch, daß er bis zu drei Durchschläge drucken kann. Wenn das Schriftbild des 48- mit dem eines 24-Nadeldruckers verglichen wird, kann jedoch kein Unterschied entdeckt werden. Der Unterschied besteht in der Geschwindigkeit. Während der 24-Nadeldrucker zwei Durchgänge pro Zeile benötigt, schafft der 48-Nadeldrucker die gleiche Qualität mit nur einem Durchgang (siehe A2/B5).

1.3.1.6 Lautstärke bei Nadeldruckern

Der größte Nachteil der Nadeldrucker ist, daß sie während des Druckvorgangs ziemlich viel Lärm erzeugen. Die Ursache dafür ist, daß die Nadeln mit einem enormen Druck (vergleichbar mit dem Gewicht von 3000 übereinandergetürmten Elefanten) hämmern.

1.3.1.7 Farbe bei Nadeldruckern

Durch die Verwendung eines Farbbandes mit mehreren Farbspuren können viele Nadeldrucker farbige Grafiken und Texte zu Papier bringen. Vorteilhaft am Nadelfarbdruk sind im Vergleich zu anderen Drucktechniken die geringen Seitenkosten und der niedrige Anschaffungspreis eines Farbnadeldruckers. Allerdings sind die Farben nicht so brillant, und die Auflösung ist geringer als bei Tintenstrahl- oder Thermotransferdruckern.

1.3.1.8 Auflösung von Nadeldruckern

Je mehr Nadeln im Druckkopf vorhanden sind, desto höher ist die vertikale Auflösung nach einem Durchgang (siehe A3/B1).

1.3.2 Tintenstrahldrucker

Tintenstrahldrucker, auch Inkjet-Drucker genannt, arbeiten nach dem gleichen Matrixprinzip wie Nadeldrucker. Bei ihnen wird ein Zeichen jedoch nicht durch Nadeln und Farbband zu Papier gebracht, sondern mit flüssiger Tinte, die der Drucker durch feine Düsen auf das Papier spritzt. Der Vorteil gegenüber den Nadeldruckern ist, daß diese Drucker keinen Lärm erzeugen. Nur ein leises Rauschen ist zu vernehmen, wenn ein Tintenstrahldrucker in Aktion tritt. Selbstverständlich hat diese Druckgattung auch ihre Nachteile. Beispielsweise muß man bei der Papierwahl sehr sorgfältig sein: Ein zu grobes oder rauhes Papier hat zur Folge, daß die Tinte darauf verläuft und das an sich schöne, klare Schriftbild erheblich verschlechtert (Löschpapiereffekt). Ebenso bei zu glatten Papier, auf dem es passieren kann, daß die Tinte nur sehr langsam trocknet und daher leicht verwischt. Mit holzfreien Kopierpapier oder Papier, dessen Oberfläche mit Talkum (Magnesium-Silikatverbindung) behandelt ist, werden die besten Ergebnisse erzielt. Einer der Hauptnachteile ist jedoch, daß ein Tintenstrahldrucker prinzipiell keine

Durchschläge erzeugen kann. Da die meisten Tintenstrahler aber schneller als Nadeldrucker sind, können sie diesen Nachteil wieder wettmachen.

Die Qualität eines Tintenstrahldruckers ist von der Anzahl der Düsen abhängig. Die am Markt befindlichen Geräte besitzen in der Regel zwischen 9 und 64 Düsen. Die maximale Auflösung eines Tintenstrahldruckers beträgt je nach Druckerbetriebssystem 300 bis 360 dpi. Viele Druckerhersteller bieten ihre Tintenstrahldrucker auch in farbiger Ausführung an. Hierbei sind mehrere Düsenreihen nebeneinander angeordnet und mit verschiedenfarbigen Tinten gefüllt. Dadurch können bis zu acht verschiedenen Grundfarben genutzt werden, durch Farbmischung (Rasterung und Übereinanderdruck) sind mehrere tausend Farbnuancen möglich (siehe A3/B2).

1.3.3 Thermodrucker

Auch bei diesen Geräten findet das Matrixprinzip zur Zeichenerzeugung seine Verwendung. Dabei gibt es jedoch meistens keinen beweglichen Druckkopf mehr, sondern es ist eine Leiste in Papierbreite mit feinen Thermoelementen fest im Drucker angebracht. Diese Thermoelemente erwärmen sich durch Stromimpulse. Dadurch wird die Farbe des hitzeempfindlichen Farbbandes, das zwischen Papier und Druckleiste (oder Druckkopf bei älteren Modellen) vorbeigeführt wird, auf das Papier übertragen. Da die Farbe auf dem Papier nahezu verschmilzt, ergibt sich ein wachsartiger Überzug auf dem Papier mit sehr intensiver Färbung. Diese Art der Druckerzeugung wird vorwiegend für farbige Ausdrücke verwendet, wobei das Bild in vier Durchgängen entsteht. Die einzelnen Farbwerte werden in die vier Farben rot, gelb, blau und schwarz (auch cyan, magenta, gelb und schwarz) zerlegt und übereinander gedruckt. Dadurch verlängert sich zwar die Druckzeit um einiges, aber das Ergebnis mit seinen leuchtenden Farben ist mit keinem anderen vergleichbar.

Da bei diesen Geräten der Farbbandverbrauch sehr groß ist, hat man sich etwas einfallen lassen, um gänzlich ohne auszukommen: Die Verwendung von hitzeempfindlichem Papier. Durch die Erwärmung der Druckelemente bilden sich mit der Berührung auf dem Papier kleine Punkte. Ausdrücke von Thermodruckern sind nicht dokumentecht, da man das Spezialpapier auch mit Heißluft schwärzen kann. Im Laufe der Zeit treten auch Verfärbungen auf.

1.4 Thermotransferdrucker

Eine Weiterentwicklung der Thermodrucker sind die Thermotransferdrucker. Der Drucker schmilzt die Wachsfarben seitenweise von einer Folie mit quadratischen Thermoelementen, die durch Stromimpulse erhitzt werden, auf Papier oder Overhead-Folie ab. Da bei einem Thermotransferdrucker das Papier hin und her gleitet (nicht der Druckkopf), hängt die Ausgabequalität von der Präzision des Papiertransports ab. Pro Seite werden vier Schmelzvorgänge benötigt. Die Wiederholgenauigkeit ist immens wichtig, um einen exakten Übereinanderdruck der Grundfarben zu gewährleisten. Sonst können keine Mischfarben erzeugt werden. Daraus folgt auch, daß Thermotransferdrucker nicht immer bis zum Seitenrand drucken können. Eine Randbreite von zwei bis drei Zentimeter stellt keine Seltenheit dar. Jedoch besitzt das Druckprinzip auch seine Vorteile: Es benötigt im Gegensatz zu einem Laserdrucker kein kostspieliges und kompliziertes

Spiegelsystem. Weiterhin besteht der Druckvorgang aus nur einem Arbeitsschritt (bei einem Laserdrucker sind es mehrere). Thermotransferdrucker sind hauptsächlich für Spezialanwendungen geeignet. Werden intensive Farben benötigt, gibt es keine Alternative für diese Geräte. Wegen der hohen Verbrauchskosten (15 bis 30 Schilling pro Seite) und dem meist sehr hohen Anschaffungspreis (Spitzengeräte kosten bis zu 250.000 Schilling und mehr) ist die Verbreitung dieses Druckertyps sehr beschränkt.

1.5 Laserdrucker

Laserdrucker sind heutzutage der Inbegriff des qualitativ hochwertigen und schnellen Druckes. Durch das revolutionäre Druckprinzip wurde eine Ausgabequalität erreicht, die weit über der anderer Geräte liegt.

Laserdrucker geben die bedruckten Blätter nur seitenweise aus. Erst wenn das Papier vollständig bedruckt ist, oder der Computer das Seitenende signalisiert, wird der Laserdrucker das aktuelle Blatt aus. Die dabei verwendete Funktionsweise verhält sich analog zu der von Fotokopierern. Ein Laserstrahl zeichnet auf optischem Wege das Druckbild auf die Bildtrommel des Laserdruckers. Anschließend überträgt diese Trommel ein schwarzes Pulver, den Toner, auf das Papier. Das noch lose Tonerpulver schmilzt die Fixiereinheit unter Druck und Wärme in das Papier ein. Bedingt durch die Hohe Positionsgenauigkeit und dem geringen Durchmesser des Laserstrahles wird die Auflösung $300 * 300$ dpi erreicht. Weiterhin erhält man eine intensive Schwärzung, filigrane Linien und sehr scharfe Kanten. Kurz gesagt, ein Druckergebnis, das für fast alle Anwendungszwecke ausreichend ist.

In einem Laserdrucker ist meist ein kompletter Computer mit einem schnellen Prozessor eingebaut, der die Bilder in seinem Speicher aufbaut. Gerade bei der professionellen Seitenbeschreibungssprache PostScript ist es wichtig, eine schnelle CPU mit viel Speicher in seinem Drucker zu haben. Eine Speicherkapazität von einem MByte ist fast schon die Mindestvoraussetzung. Für PostScript sollten es jedoch drei bis vier sein. Viele Laserdrucker unterstützen mehrere Druckersprachen, so daß sie für fast alle Anwendungsprogramme einzusetzen sind.

Durch die sehr hohe Qualität ist ein Laserdrucker das ideale Gerät für das Büro und überall dort, wo ein hochwertiger und schneller Ausdruck sowie ein leises Arbeitsgeräusch gefordert ist. Gegenüber den ständig fallenden Anschaffungspreis sind die Unterhaltskosten jedoch verhältnismäßig hoch. Man muß mit zirka 30 bis 50 Groschen für Toner, Trommel, Papier und Druckerabnutzung pro Seite rechnen. Zwar kann ein Laserdrucker keinen Durchschlag erzeugen, er gleicht dieses Manko aber durch seine hohe Druckgeschwindigkeit (mehr als sechs Seiten pro Minute) wieder aus. Leider besitzen nur wenige Laserdrucker das Prädikat der Dokumentenechtheit, wodurch Anwälte und Notare auf bestimmte Hersteller angewiesen sind. So tragen zum Beispiel alle Modelle der Firma Hewlett Packard dieses Prädikat. Die Ausdrücke gelten aber nur als dokumentecht, wenn die original HP-Tonerkassette und eine bestimmte Papiersorte verwendet wird.

Im High-End-Bereich gibt es mittlerweile auch die ersten Farb-Laserdrucker, die prinzipiell genauso wie ein Schwarzweiß-Laserdrucker arbeiten. Allerdings wird die Trommel nacheinander mit den Grundfarben beschichtet. Auf diese Weise lassen

sich theoretisch pro Farbe bis zu 256 Farbtöne darstellen. Zu den Vorteilen von Farb-Laserdruckern zählen die hohe Druckgeschwindigkeit. Dem gegenüber stehen die hohen Anschaffungskosten von 500.000 bis zu 1 Million Schilling für einen PostScript-fähigen Farb-Laserdrucker.

1.6 LCS- und LED Drucker

Oft hört man die Bezeichnung LCS- und LED-Drucker. Auch dabei handelt es sich um Seitendrucker, nur besitzen diese statt einem Laserstrahl eine andere Lichtquelle.

LCS-Drucker (LCS: Liquid Crystal Shuter = Flüssigkeitskristallgitter) besitzen eine Halogen-Lampenstab, dessen Länge genau der Breite der Bildtrommel entspricht. Vor diesem Lampenstab befindet sich eine LCS-Schiene, die durch punktweises Anlegen einer Spannung lichtdurchlässig gemacht wird. Diese Punkte, auch LCS-Einheiten genannt, liegen so dicht beieinander, daß eine Auflösung von 300 dpi erreicht wird. Ähnlich arbeiten LED-Drucker (LED: Light Emitting Diode = Leuchtdiode). Anstatt der LCS-Schiene besitzen LED-Drucker eine Leiste mit 300 Leuchtdioden (LEDs) pro Zoll, die durch Spannungen ein- und ausgeschaltet werden.

Ansonsten unterscheiden sich die LCS- und LED-Drucker von den Laserdruckern kaum. Durch die Verwendung alternativer Lichtquellen konnte man auf eine empfindliche mechanische und optische Bauteile, wie zum Beispiel den Polygonspiegel, verzichten. Diese Geräte sind daher wesentlich unempfindlicher und preisgünstiger als herkömmliche Laserdrucker.

1.7 Einsatzgebiete der verschiedenen Drucktechnologien

| Eigenschaften | Typenrad- drucker | Nadel- drucker | Tintenstrahl- drucker | Thermotransfer - drucker | Laser- drucker |
|-------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Textausgabe | JA | JA | JA | JA | JA |
| Grafikausgabe | NEIN | JA | JA | JA | JA |
| Farbe | NEIN | JA | JA | JA | NEIN |
| Durchschläge | JA | JA | NEIN | NEIN | NEIN |
| Druckgeschw. | GERING | MITTEL | MITTEL-HOCH | MITTEL-HOCH | HOCH |
| Druckqualität | SEHR HOCH | MITTEL-HOCH | HOCH | HOCH | SEHR HOCH |
| Dokumenten- echtheit | JA | JA | JA | NEIN | TEIL- WEISE |

1.8 Drucktechniken

1.8.1 Nadeldrucker

Nadeldrucker besitzen einen Druckkopf, in dem die winzigen Nadeln angeordnet sind. Beispielsweise enthält der Druckkopf eines 24-Nadeldruckers zwei versetzte Reihen zu je 12 Nadeln (siehe A3/B3). Die Nadeln werden durch Feder- und elektromagnetische Kräfte gegen das Papier gepreßt. Zwei verschiedene Techniken realisieren dieses Prinzip.

1.8.1.1 Das Klappanker-Verfahren

Beim Klappanker-Verfahren (siehe A3/B4) wird eine Spule unter Strom gesetzt, die daraufhin ein Magnetfeld aufbaut und eine Seite des drehbar gelagerten Klappankers anzieht. Folglich schlägt die andere Seite des Klappankers auf die frei liegende Druckernadel, die dadurch gegen das Papier geschleudert wird. Auf diesem Weg wird eine Feder gespannt, welche die Nadel anschließend wieder in ihre Ruhestellung zurückschnellen läßt. Nach der Unterbrechung des Stromflusses durch die Spule fällt das Magnetfeld zusammen, und der Klappanker bewegt sich wieder in seine Ausgangsstellung zurück.

1.8.1.2 Das Stored energy-Prinzip

Die Stored energy-Technik (gespeicherte Energie) sorgt für eine um ein Drittel erhöhte Geschwindigkeit gegenüber dem Klappanker-Verfahren. Weiterhin arbeiten Nadeldrucker mit Stored energy-Technik erheblich leiser und leben länger als herkömmliche Druckköpfe.

Beim Stored energy-Prinzip (siehe A4/B1) wird eine Feder von einem Dauermagneten ständig gespannt gehalten. Wieder sorgt ein Stromimpuls durch eine Spule dafür, daß ein Magnetfeld aufgebaut wird. Das Spulenmagnetfeld kompensiert wegen seiner entgegengesetzten Polung das Feld des Dauermagneten. Da kurzzeitig an der Feder keine magnetischen Kräfte angreifen, schnellt die an der Feder angebrachte Drucknadel zum Papier. Sofort wird die Nadel wieder zurückgezogen, da der Dauermagnet in Folge des nun fehlenden Spulenfeldes wieder wirksam ist.

Im Vergleich zum Klappanker-Verfahren arbeitet die Stored energy-Technik mit der Federenergie statt gegen sie. Dadurch läßt sich eine höhere Energieausbeute erzielen. Die Folge ist eine Steigerung der Druckfrequenz auf das Doppelte. Beim Klappanker-Verfahren sind maximal 1200 Nadelbewegungen pro Sekunde möglich. Die Grenzen beim Stored energy-Prinzip liegen um 2400 Nadelstiche pro Sekunde. Nur mit dem Stored energy-Prinzip ist es möglich, 24-Nadeldrucker zu konstruieren, die mehr als 100 cps in LQ-Qualität erreichen.

1.8.2 Tintenstrahldrucker

Tintenstrahldrucker gibt es in verschiedenen technischen Ausführungen. So existieren Druckköpfe, die mit Hitze arbeiten (Bubble Jet), Drucker mit Wegwerf-Druckkopf und Verfahren mit Festtinte, Flüssigwachs oder Graphitpatronen.

Drucker mit Festtinte arbeiten mit einem Tintenwachs, das erhitzt wird, bevor es durch eine Düse auf das Papier gelangt. Diese Drucktechnik hat den Vorteil der kontrastreichen Farbdarstellung auch auf rauhem oder extrem glatten Papier. Allerdings können die Tröpfchen wieder vom Papier abfallen, was dem Druckbild schadet. Außerdem benötigen solche Drucker eine Anwärmzeit. Sie müssen in der Regel ständig eingeschaltet bleiben, auch wenn nicht gedruckt wird. Sonst kann es nämlich zu Verstopfung der Düsen kommen.

Ein anderes Verfahren, das noch nicht in der Großserie angewandt wird, schleudert mit Hilfe elektrostatischer Entladung geringe Graphitmengen aus einem Farbstoffröhrchen auf das Papier.

1.8.2.1 Das Bubble Jet-Prinzip

Von den im größeren Umfang eingesetzten Techniken, Tintentröpfchen auf das Papier zu bringen, ist das Bubble Jet-Verfahren das preiswerteste. (siehe A4/B2). Bei dieser Technik erhitzt ein Thermoelement in einer Röhre die darüberfließende Tinte. Es bildet sich explosionsartig ein kleines Gasbläschen, das durch seinen Überdruck ein winziges Tröpfchen aus der Düse abgibt. Bei einigen Druckern wird der Tintenbehälter in den Druckkopf integriert und als ganzes Teil ausgewechselt, wenn der Tintenvorrat verbraucht ist. Mit Hilfe moderner Werkstofftechnik hat man heute das Problem im Griff, das sich durch die hohe Belastung der Heizwiderstände ergibt. Deshalb gibt es bereits Bubble Jet-Druckköpfe, die im Drucker verbleiben und eine Lebensdauer von bis zu 200 Millionen Zeichen erreichen.

Das Bubble Jet-Verfahren hat aber auch Nachteile: Die Tröpfchen entstehen aus einer Wechselwirkung bzw. Umformung von Strom in Wärme und kinetischer Energie. Dadurch läßt sich die Größe des ausgestoßenen Tröpfchens nicht mehr zuverlässig steuern. Dementsprechend ist die Gefahr gegeben, daß die Dichte des Druckbildes schwankt, da die Tröpfchengröße nicht gezielt variierbar ist. Ein weiterer kritischer Punkt ist die erreichbare Geschwindigkeit: Das Gasbläschen muß schnell wieder zusammenfallen, bevor ein neues Tröpfchen gebildet werden kann. Die maximale Frequenz beträgt 2000 Hertz. Im Vergleich dazu ist die nachfolgend beschriebene Piezo-Technik erheblich schneller. Immerhin bringen es Tintenstrahler nach dem Bubble Jet-Prinzip auf Druckgeschwindigkeiten von etwa 200 cps (Draft-Qualität), wobei 24 Düsen benötigt werden. Für Schöndruck (LQ-Schrift) halbieren sich die Werte.

1.8.2.2 Die Piezo-Technik

Das meistverwendete Verfahren, Tinte auf das Papier zu bringen, ist die Verwendung von Piezo-Keramik. Ein elektrischer Impuls verändert die Form eines Piezo Elements. Diese Formveränderung bewirkt eine Druckimpuls im Tintenkanal, der zum Ausstoß eines Tintentropfens an der Düse führt. Die Größe des herausgeschleuderten Tropfens läßt sich über den elektrischen Impuls direkt und sehr genau steuern.

Auch bei Piezo-Elementen zur Tropfenerzeugung gibt es verschiedene Varianten. Die meisten Hersteller verwenden Piezo-Röhrchen, die den Tintenkanal umschließen (siehe A4/B3). Je nach Drucker sind 9, 12, 18, 24 oder mehr solcher Elemente in einem Druckkopf vorhanden. Zwar ist dieses Verfahren in der Herstellung aufwendiger als bei Bubble Jet-Druckköpfen, doch wird man dafür mit der fast unbegrenzten Lebensdauer der Piezo-Druckköpfe belohnt. Daraus resultieren auch geringere Betriebskosten im Vergleich zum Bubble Jet-Verfahren.

Eine andere Variante der Piezo-Technik ist die Verwendung von Piezo-Scheibchen, da sich diese schneller ansteuern lassen als Röhrchen (siehe A4/B4). Im Ruhezustand steht das Keramik-Scheibchen unter Spannung und ist nach unten gekrümmt. Sobald ein Druckimpuls kommt, fällt die Ladung ab, und das Plättchen entspannt sich nach oben, wobei Tinte angesaugt wird. Zum Ausstoß des Tröpfchens erhält das Piezo-Scheibchen einen Impuls, schnell nach unten und erzeugt einen Druck im Tintenkanal. Eine Verengung im Tintenkanal verhindert, daß

die Tinte nach hinten entweicht. Folglich tritt das Tintentröpfchen zur Düse aus. Diese Technik hat den Vorteil, daß sehr hohe Frequenzen (etwa 20000 Hertz) und hohe Druckgeschwindigkeiten (bis 600 cps) erreicht werden. Außerdem kann mit einem großen Tintenvorrat und mit kurzen Kapillaren gearbeitet werden. Der Druckkopf besteht aus Glas und ist damit praktisch verschleißfrei. Seine Lebensdauer beträgt zirka zwei Milliarden Punkte pro Düse. Die Konstruktion der Tintenkammer mit Piezo-Plättchen anstelle der üblichen Röhren gewährleistet kurze Kapillarwege und extrem hohe Geschwindigkeiten.

1.8.3 Laserdrucker

Laserdrucker arbeiten ähnlich wie Fotokopierer. Hauptbestandteil eines Laserdruckers ist eine Trommel, die mit einem lichtempfindlichen Material beschichtet ist. Ein fein gebündelter Laserstrahl wird über mehrere Umlenkspiegel auf die sich drehende Trommel projiziert. Der auftreffende Laserstrahl entlädt die elektrostatisch aufgeladene Trommel. Der Strahl wird über einen sich sehr schnell drehenden Polygonspiegel gleitet und dadurch waagrecht über die Trommel bewegt. So zeichnet der Laserstrahl das Druckbild Zeile für Zeile auf die Trommel. Anschließend führt der Laserdrucker die Bildtrommel durch ein ebenfalls negativ aufgeladenes Tonerpulver. An den Stellen die der Laserstrahl entladen hat, haftet der Toner auf der Trommel. Das Druckbild befindet sich in Form von Tonerpulver auf der Bildtrommel. Das zu bedruckende Papier lädt der Drucker Positiv auf und rollt es an der Trommel ab. Dadurch überträgt sich das Tonermaterial auf das Papier. Weil der Toner aber nur lose auf dem Papier aufliegt könnte man ihn noch mit der Hand verwischen. Deshalb wird das Blatt noch durch eine sogenannte Entwicklereinheit transportiert, worin es zwischen zwei aufgeheizten Walzen durch Druck und Wärme fixiert wird. Deshalb kommt das Papier immer warm aus einem Laserdrucker.

Besonders interessant ist der Aufbau der Belichtungseinheit (siehe A5/B1). Der Laserstrahl wird entsprechend dem elektronischen Zeichensignal in der Laserdiode (1) erzeugt. Die zylindrische Linse (2) fokussiert ihn auf den ersten Spiegel (3), der ihn auf eine sphärische Linse (4) richtet. Hier wird der Laserstrahl um etwa 5 Grad nach oben abgelenkt, bevor er auf den Polygonspiegel (5) trifft. Während sich der Polygonspiegel dreht, wird der Laserstrahl durch den zweiten breiten Spiegel (6) über eine Zeilenbreite geführt. Die Drehung des Polygonspiegels besorgt ein Präzisionsmotor. Eine zweite breite zylindrische Linse (7), eigentlich eine Linsenleitst, fokussiert die Laserstrahl-Signale auf die lichtempfindliche Fototrommel. Der Laserstrahl schreibt aber nicht nur die Lichtspur auf die Trommel, sondern geht über den weiteren Spiegel (8) und die zylindrische Linse (9) in die Glasfaserleitung (10), um später von einer Fotodiode in ein elektrisches Signal umgeformt zu werden. Dieses Signal dient zur Steuerung des Laserstrahls und des Polygonspiegels.

Da dieses Belichtungssystem ziemlich kompliziert und dessen Realisation auch kostspielig ist, wurden alternative Belichtungseinheiten entwickelt. Es entstanden die bereits besprochenen LCS- und LED-Drucker.

2 Plotter

Seit ihrer Einführung vor rund 35 Jahren sind die Stiftplotter so erfolgreich gewesen, daß nun Millionen davon überall in der Welt in Gebrauch sind. Die Vorfahren heutiger numerisch gesteuerter Zeichenmaschinen waren beispielsweise aufzeichnende Barometer, Seismographen und ähnliche Analogschreiber.

Jeder Stiftplotter hat grundsätzlich einen Servoantrieb, d.h. eine Regeleinrichtung mit Rückmeldung der mechanischen Bewegung. Die Regeleinrichtung ist in jedem Stiftplotter realisiert, gleichgültig, ob nun Schritt- oder Gleichstrommotoren Verwendung finden. Die Antriebskomponenten besitzen jeweils einen Motor mit Regeleinrichtung für die Bewegung entlang einer Achse. Der Stiftplotter stellt also Vektoren dar und bringt diese durch einzelne Fahrbewegungen zu Papier.

Grundsätzlich unterscheidet man vier Arten von Stiftplottern, nämlich

- Tischplotter

- Trommelplotter
- Flachbandplotter
- Reibungsplotter

2.1 Tischplotter (siehe A5/B2)

Elektromechanische Plotter nach dem Vektorverfahren werden in unterschiedlichen Bauarten angeboten. Die wohl älteste Bauweise ist der Tischplotter. Hier wird der Zeichnungsträger auf einer waagerechten Fläche festgehalten und der Zeichenstift in der X- und Y-Richtung durch voneinander unabhängige Antriebsmotoren bewegt.

Die Art und Weise, wie das Papier auf der waagerechten Arbeitsfläche befestigt ist, rührt noch von den Zeichenbrettern her. Bei Tischmodellen in DIN A4- oder DIN A3-Format wurde der Zeichnungsträger entweder mit Tesafilm festgeklebt oder mit dünnen magnetischen Haftstreifen auf dem mit Blechstreifen hinterlegten Zeichenbrett befestigt. Ein wenig aufwendiger ist die elektrostatische Papierhalterung. Hier wird durch das Anlegen einer hohen Gleichspannung, die zur Ausbildung eines elektrischen Kraftfelds führt, das Papier oder die Folie auf dem Plotter festgehalten.

2.2 Trommelplotter (siehe A5/B3)

Bei Trommelplottern wird in einer Achse der Zeichenkopf und in der anderen das Papier über eine Trommel bewegt.

Das Gerät hat dadurch relativ kleine Abmessungen. Die ersten Trommelplotter waren wegen der fehlenden Meß- und Steuerungsmöglichkeiten ziemlich ungenau und wurden nur für Grafiken eingesetzt, bei denen kein Anspruch auf absolute Genauigkeit bestand. Die moderne Elektronik und verbesserte Fertigungsverfahren haben aber die Auflösung besser als 0,05 mm werden lassen.

Die Wiederholgenauigkeit ist allerdings vor allem von der Qualität des Zeichnungsträgers abhängig.

Der besondere Vorteil der Trommelplotter liegt in der Möglichkeit, Papier oder Folie von einer Vorratsrolle zu verarbeiten. Damit ist es möglich, sehr lange Zeichnungen mit einem sehr kompakten Gerät zu erstellen. Die Länge der Zeichnung ist dabei von der Papier- oder Folienbahn abhängig und kann bis zu 50 m betragen. Werden Zeichnungen dieser Länge nicht verlangt, besteht ein weiterer Vorteil darin, daß mehrere Zeichnungen vollautomatisch und ohne Eingriff des Bedieners nacheinander erstellt werden können. So lassen sich umfangreiche Zeichnungsarbeiten beispielsweise über Nacht durchführen.

2.3 Flachbandplotter (siehe A5/B4)

Moderne Hochleistungsplotter zeichnen schnell und dabei äußerst genau. Eine Abwandlung des klassischen Trommelplotters ist der Flachbandplotter. Der Zeichnungsträger wird also auf einem Band aus Kunststoff zwischen einer Führungstrommel und einer tiefer gelegenen Walze bewegt. Flachbandplotter sind wie Trommelplotter kompakt und benötigen aufgrund ihrer Bauweise wenig Platz. Sie stützen sich auf eine Technik, die die wesentlichen Merkmale von Tisch- und Trommelbauweise beinhaltet. Flachbandplotter ermöglichen die freie Wahl des

Formates und der Art der Zeichnungsträger. Als Zeichnungsträger finden nur Einzelblätter Verwendung. Der Zeichnungsträger ist auf dem Band mittels selbstklebender Streifen beliebig positionierbar. Die Zeichenfläche ergibt sich auf der Länge und Breite des eingesetzten Kunststoffbandes. Parallel zur Trommelachse läuft der Werkzeugträger für die Aufnahme der Zeichenwerkzeuge (Y-Achse); er befindet sich auf der Oberseite der Trommel. In der Regel können bis zu vier Stifte eingesetzt werden.

2.4 Reibungsplotter (siehe A5/B5)

Reibungsplotter stellen eine relativ neuartige Antriebsart dar. Kernstücke der neuen Stiftplottertechnologie ist der »microgrip« Antrieb, der aus zwei rotierenden, quarzsandbeschichteten Antriebswalzen besteht und von Schrittmotoren bewegt wird. Diese Walzen drücken den Zeichnungsträger (Formatpapier) gegen eine Hartgummi-Andruckrolle. Die Enden des Zeichnungsträgers hängen frei herunter. Beim Bewegen der Antriebsrollen drücken Quarzsandpartikel eine Spur in das Papier oder Folienmaterial. Diese mit dem bloßen Auge nicht sichtbare Spur sorgt während des gesamten Plotvorgangs für eine ausgesprochen exakte Führung.

2.5 Zeichnungsträger

Es gibt mehrere Möglichkeiten, eine Zeichnung auf einen Träger zu bringen. die Unterscheidung ist nach dem Maschinentyp und nach dem Trägermaterial für die Zeichnung zu treffen.

Die Wahl der geeigneten Zeichenmittel hängt ganz allgemein von einer Reihe von Faktoren ab:

- Aufbewahrungsdauer
- Art und Menge der benötigten Kopien
- nachträgliche Änderungen
- Genauigkeitsanforderungen
- Linienqualität und Farbe

2.5.1 Plotterpapier opak

Eigenschaften: Standardplotterpapier mit einem Flächengewicht von 60 g/m² bis 95 g/m², für mittlere bis hohe Zeichengeschwindigkeit.

Bezeichnenbar mit: Tintenschreiber, Tintenkugelschreiber, Gasdruckminen und Zeichenspitzen mit Tusche oder Tinte.

Anwendung: Testzeichnung, Schnellplots, (Endzeichnungen nur bedingt)

2.5.2 Transparentpapier

Eigenschaften: Naturhochtransparent mit einem Flächengewicht von 70/75 g/m² und 90/95 g/m², kontrastreiche Zeichnungen bei mittlerer bis hoher Zeichengeschwindigkeit.

Bezeichnenbar mit: Zeichenspitze mit Tusche, (Tintenkugelschreiber)

Anwendung: Tuschezeichnung höchster Präzision, Werkstattzeichnung

2.5.3 Clearprint-Paper

Eigenschaften: 100% Baumwollfaser mit einem Flächengewicht von 80 g/m², gute Dimensionsbeständigkeit; altert, vergilbt und knittert nicht; hitzebeständig, radierfest.

Bezeichnenbar mit: Zeichenspitzen mit Tusche, Tintenkugelschreiber und Gasdruckminen

Anwendung: Endzeichnungen mit Tusche und Tinte, hauptsächlich in der Kfz- und Flugzeugindustrie.

2.5.4 Mattierte Polyesterfolie

Eigenschaften: Beidseitig mattierte Polyesterfolie 0,1 mm, sehr gute Dimensionsstabilität und mechanische Festigkeit, kontrastreiche Zeichnungen bei hoher Zeichengeschwindigkeit

Bezeichnenbar mit: Gasdruckminen und Zeichenspitzen mit Tusche

Anwendung: Tuschezeichnung höchster Präzision, Leiterplattenlayouts, Kartographie

2.5.5 Spezialfolie glatt

Eigenschaften: Spezialfolie für non-permanente und permanente Tinten, Format DIN A4, 0,1 mm

Bezeichnenbar mit: Tintenkugelschreiber, Zeichenspitzen

Anwendung: Erstellung von Overheadfolien, Geschäfts- und Präsentationsgrafik

2.6 Zeichenwerkzeuge

Zeichnungen und Grafiken werden in Industrie, Verwaltung und Forschung zunehmend mit automatischen Zeichenmaschinen erstellt. Die hierbei verwendeten Zeichenwerkzeuge wie Tintenschreiber, Tintenkugelschreiber, Gasdruckminen oder auch Tuschezeichnungsspitzen bestimmen wesentlich die Ausgabequalität solcher Plottersysteme.

2.6.1 Universelle Tintenschreiber

Weit verbreiteter und wichtigster Plotterstift ist der Tintenschreiber. Im Aufbau ähnelt dieser Stift handelsüblichen Faserschreibern. Unterschiede gibt es jedoch schon bei der Schreibspitze. Sie besteht heute längst nicht mehr aus einem Faserbündel, sondern aus widerstandsfähigen und formstabilerem Kunststoffmaterial. Tintenschreiber mit Kunststoffspitzen finden ihren Einsatz vorwiegend in »Low-Cost-Plottern«, da sie relativ preiswert sind. Sie kosten je nach Plattertyp ca. 30,- bis 60,- Schilling. Diese Schreiber können nicht nachgefüllt werden; daher reiht man sie auch unter den Begriff »Einweg-Zeichensätze« ein. Für einen guten Tintenfluß ist eine Auflagekraft von ca. 0,2 N bis 0,3 N erforderlich.

2.6.2 Tintenkugelschreiber

Die Tintenkugelschreiber sind wegen der hohen Farbbrillanz für Testzeichnungen und Grafiken sehr beliebt. Sie können bis zu einer Zeichengeschwindigkeit von etwa 40 bis 50 cm/s eingesetzt werden. Hierfür ist eine Auflagekraft von ca. 0,7 N

erforderlich, die allerdings nur bei sehr komfortablen Plottern der oberen Preiskategorie aufgebracht wird. Bei dieser Art von Tintenkugelschreiber überträgt die in einem Kunststoffkugelbett gefaßte Rubin- oder Hartmetallkugel die wäßrige Tinte auf das Plotterpapier. Der Preis liegt zwischen 40,- und 70,- Schilling.

2.6.3 Gasdruckminen

Gasdruckminen erzielen je nach Auflagekraft und Oberflächengüte des Zeichnungsträgers eine Abstrichlänge von 4000 m bis 10000 m. Nicht verwunderlich, daß diese Schreibgeräte teurer sind als Tintenschreiber. Sie liegen bei ca. 100 Schilling. Da die Schreibpaste unter permanentem Druck steht, könnten (sofern der Plotter so schnell ist) diese Stifte eine Zeichengeschwindigkeit von 100cm/s erreichen. Für den optimalen Einsatz ist ein Auflagedruck von 1,5 N erforderlich.

3. Druckerbetriebssysteme, Druckersprachen

Ein Druckerbetriebssystem ist für sämtliche Vorgänge, die im Drucker stattfinden verantwortlich. Es sorgt dafür, daß die ankommenden Daten korrekt interpretiert und verarbeitet werden. Es übernimmt auch die Steuerung der gesamten Mechanik im Drucker. Den Anwender interessiert allerdings nur die Datenschnittstelle zum

Betriebssystem, das heißt, wie die einzelnen Bytes vom Drucker verarbeitet werden. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten für das Druckerbetriebssystem, ein Byte zu interpretieren. Entweder handelt es sich um ein druckbares Zeichen, das auf Papier ausgegeben wird, oder um eine Befehl. Dieser veranlaßt den Drucker zu bestimmten Tätigkeiten, beispielsweise Wechsel der Schriftart, Änderung des Zeilenabstandes, Grafikausgabe usw. Ein Druckerbefehl kann dabei auch aus mehreren Bytes bestehen. Fast alle Druckerbetriebssysteme arbeiten mit dem ASCII-Zeichensatz (ASCII: American Standard Code for Information Interchange). Dieser legt fest, welches Zeichen einem Byte zugeordnet wird. Bei Befehlsaufbau und -interpretation jedoch unterscheiden sich die Druckerbetriebssysteme. Zu den wichtigsten Standards zählen folgende sieben Befehlssätze (Druckersprachen):

- TTY
- ESC/P
- NEC
- IBM
- HP PCL
- HP-GL
- PostScript

Der Befehlssatz legt die Anwendungsmöglichkeiten eines Druckers fest. Beispielsweise sind die Grafikfähigkeiten bei PostScript erheblich ausgeprägter als bei HP PCL oder ESC/P. Bei der Wahl des Druckertreibers für eine Anwendungssoftware muß darauf geachtet werden, daß die Kommandos des Druckertreibers mit dem Befehlssatz übereinstimmen.

3.1 TTY

Viele Softwarepakete besitzen neben druckerspezifischen Treibern zusätzlich einen sogenannten TTY-Treiber.

TTY ist die Abkürzung für »Teletype«, das englische Wort für Fernschreiber. Diese waren zu Beginn der PC-Ära die ersten Drucker, die an Computer angeschlossen werden konnten.

TTY enthält nur druckbare Zeichen und zwei Befehle (»CR«, »LF«). Der begrenzte Vorrat an ansteuerbaren Zeichen ist der Grund dafür, das die TTY-Treiber immer in der Lage sind, einen Drucker mit ASCII-Zeichensatz (7-Bit) zum Ausdruck zu bewegen, natürlich unter Verzicht auf Grafik und alle Sonderzeichen.

3.2 ESC/P

Als Ende der 70er Jahre Epson mit Nadeldruckern auf dem Markt kam, schuf dieses Unternehmen einen neuen Standard: ESC/P (Epson Standard Code for Printers). Diese Druckersprache beinhaltet Befehle zur Steuerung der universellen Möglichkeiten von Nadeldruckern. Im Laufe der Zeit wurde ESC/P mehr und mehr erweitert sowie an neue Drucktechnologien angepaßt. Man spricht auch vom »Extended Standard Code for Printers«. Fast alle am Markt befindlichen Nadeldrucker besitzen den ESC/P-Befehlssatz. Auch einige Tintenstrahldrucker

(zum Beispiel Epson SQ-Serie) arbeiten mit ESC/P. Es kommt vor, daß manche Druckerhersteller eigene Befehle zu ESC/P hinzufügen, um die besonderen Fähigkeiten ihres Geräts auszureizen. Das führt dann dazu, daß es über 200 druckerspezifische Befehlssätze gibt, die alle ESC/P kompatibel sind.

Grundsätzlich unterscheidet man zwei ESC/P Standards:

- für 9- und 18-Nadeldrucker (EPSON FX-Serie)
- für 24- und 48-Nadeldrucker (EPSON LQ-Serie)

ESC/P für 24-Nadeldrucker beinhaltet zwar auch alle Befehle von ESC/P für 9-Nadeldrucker, bietet aber mehr Möglichkeiten bei der Druckerprogrammierung. Die Erweiterungen betreffen hauptsächlich den Grafikbereich und die selbstdefinierten Zeichen. Man kann mit einem 24-Nadeldrucker problemlos Grafiken, die für einen 9-Nadeldrucker geschaffen sind, zu Papier bringen. Der umgekehrte Weg ist aber nicht möglich.

ESC/P ist ein sehr verbreiteter und wichtiger Standard für Matrixdrucker. Außerdem werden ESC/P-Drucker von jeder PC-Software unterstützt.

Ende 1991 stellte Epson eine Erweiterung des ESC/P-Standards vor: ESC/P2. Neu ist dabei der verbesserte Grafikdruck mit 360 * 360 dpi auf 24-Nadeldruckern. Weiterhin stehen jetzt zwei LQ-Schriftarten zur Verfügung, die von 8 bis 32 Punkte (von 2,8mm bis 11,3mm) skalierbar sind. Um die Kompatibilität zu erhalten, sind in ESC/P2 alle bekannten ESC/P-Befehle verfügbar.

3.3 NEC

Die Firma NEC ist ein Pionier der 24-Nadel-Drucktechnik. Deshalb definierte NEC, basierend auf ESC/P, den NEC-Standard für 24-Nadeldrucker. Da der NEC-Standard gegenüber ESC/P nur einige zusätzliche Befehle bietet, ist es möglich, mit Programmen, die auf ESC/P ausgerichtet sind, auch auf NEC-Druckern korrekte Ausdrücke zu erzielen. Die Vorteile, die der NEC-Standard bringt, sind gering, da die wichtigsten neuen Befehle auch im original ESC/P-Standard (nur mit anderer Schreibweise) enthalten sind.

3.4 IBM

Während Epson den ESC/P-Standard definierte und erweiterte, kochte IBM sein eigenes Süppchen. IBM-Drucker (IBM Proprinter und IBM Graphics-Printer) besaßen zwar einen ESC/P ähnlichen aber nicht vollständig kompatiblen Befehlssatz. Die Fähigkeiten der beiden Druckersprachen sind gleichwertig. Die meisten anderen Druckerhersteller schlossen sich Epson an und statteten ihre Geräte mit ESC/P aus. Manche Hersteller wollten auf Nummer sicher gehen und integrierten beide Standards in ihre Modelle. Mit einem kleinen DIP-Schalter oder im Konfigurationsmenü läßt sich dann der zu verwendende Befehlssatz auswählen. Bedingt durch die Existenz von drei Standards für Nadeldrucker spricht man auch von:

- Epson-Kompatibilität
- NEC-Kompatibilität

- IBM-Kompatibilität

Von allen drei Druckersprachen ist ESC/P am meisten verbreitet.

3.5 HP PCL

Hewlett Packards Druckersprache PCL (Printer Control Language) entwuchs aus den Käuferansprüchen für Software- und Systemkompatibilität der HP-Druckerpalette. Hewlett Packards Erfahrungen im professionellen Laserdruckermarkt (für Großrechenanlagen) der späten 70er Jahre gab dem Konzern eine Vorstellung davon, wie die Bedürfnisse von Anwendern im unteren Druckermarktsegment mit Non-Impact-Druckern zufrieden gestellt werden können. Hewlett Packard kam auch zu der Erkenntnis, daß eine flexiblere Druckersprache entwickelt werden müsse, als man sie bei Matrixdruckern bereits verwendete.

Weitere Anforderungen an den neuen Standard betrafen ein gewisses Maß an Geräteunabhängigkeit. PCL sollte auf Impact- und Non-Impact-, Tintenstrahl- und Laserdruckern einsetzbar sein. Außerdem muß die Druckersprache Raum für zukünftige Erweiterungen (zum Beispiel: Farb oder Duplexdruck (Duplex: beidseitig)) unter Beibehaltung der Kompatibilität bieten. Da sie Hewlett Packard zu diesem Zeitpunkt entschloß, verstärkt mit Non-Impact-Drucker in den semiprofessionellen Bereich (für Büros usw.) einzusteigen, wurde für den neuen Befehlssatz ein angemessenes Preis/Leistungsverhältnis gefordert.

Die Antwort auf diese Anforderungen war die Druckersprache HP PCL. Heute ist PCL der in den HP LaserJet, DeskJet und PaintJet Modellen verwendete Befehlssatz. Auch andere Hersteller erkannten die Vorteile von PCL und statteten ihre Geräte mit diese Druckersprache aus. So wird PCL von vielen Tintenstrahl- und von den meisten Laserdruckern unterstützt.

Im Laufe der Zeit, stellte Hewlett Packard fünf PCL-Versionen vor, die zueinander abwärtskompatibel sind:

PCL 1 *Print and Space*

PCL 1 war für eine einfache und bequeme Ausgabe von Einzelplatz-Workstations konzipiert.

PCL 2 *EDP (Electronic Data Processing) / Translation*

Es wurden allgemeine Funktionen und Erweiterungen für die Druckausgabe von Mehrplatz-Systemen hinzugefügt.

PCL 3 *Office Word Processing*

Die Änderungen betreffen Funktionen für eine Qualitätssteigerung und die Gestaltung von Büro-Dokumenten.

PCL 4 *Page Formatting*

Es kamen erweiterte Möglichkeiten hinzu, um Seiten ansprechender sowie einfacher zu gestalten und formatieren.

PCL 5 *Office Publishing*

Die Erweiterungen betreffend Funktionen, die eine verbesserte und vereinfachte Seitengestaltung ermöglichten (zum Beispiel: skalierbare Schriften). Weiterhin wurde der Plotterstandard HP-GL/2 in PCL 5 integriert.

PCL 1 und PCL 2 werden heute kaum noch eingesetzt. Dagegen findet man PCL 3 bei vielen Tintenstrahldruckern. Laserdrucker verwenden fast ausschließlich PCL 4. Dabei spricht man auch von einer HP LaserJet Series II-Kompatibilität. Als Hewlett Packard Anfang 1990 den neuen LaserJet III vorstellte, wurde gleichzeitig der neueste PCL-Standard geschaffen: PCL 5. Obwohl PCL 5 ziemlich jung ist, existieren bereits Treiber für die wichtigste Standardsoftware. PCL 5 bietet gegenüber dem alten PCL 4 folgende Vorteile:

- skalierbare Schriften
- Vektor Grafik (aus HP-GL/2)
- wählbare Druckrichtung

Während PCL 4 nur 32 Softfonts (das sind Schriften, die vom PC in den Drucker geladen werden) verwaltet und pro Seite nur 16 Softfonts zu Papier bringt, bewältigt PCL 5 problemlos 32769 Schriften je Seite. Auf Grund seiner vielfältigen Erweiterungen wird PCL 5 im Non-Impact-Bereich die Druckersprache der Zukunft sein. Mit der Integration von HP-GL/2 und skalierbaren Schriften ist PCL 5 eine ernstzunehmende Konkurrenz für die Seitenbeschreibungssprache PostScript.

3.6 HP-GL und HP-GL/2

Für die Programmierung eines Plotters definierte Hewlett Packard den HP-GL-Standard (Hewlett Packard Graphic Language). Die Grafikfähigkeiten von ESC/P- und PCL-Druckern beschränkten sich auf Rastergrafik. Das heißt, die Grafik wird dem Drucker nur punktwise (Punkt gesetzt oder gelöscht) übermittelt. Wenn man einen Kreis ausgeben will, muß dieser zuerst berechnet werden und anschließend dem Drucker Punkt für Punkt übermittelt werden. HP-GL arbeitet nicht nach dem Raster- sondern nach dem Vektor-Prinzip. Das heißt, daß jede Grafik aus Linien, Bögen und Kreisen usw. besteht. Das liegt auch daran, daß ein Stiftplotter besser und schneller mit seinem Stift eine Linie oder Bogen zieht, als wenn er diesen aus einzelnen Punkten zusammensetzt. Ein großer Vorteil der Vektorgrafik besteht darin, daß sie nicht an eine bestimmte Auflösung gebunden ist und sich erheblich einfacher programmieren läßt.

Beispiel: Ausgabe eines Kreises

Es muß dem Drucker nur der Radius r und der Mittelpunkt (m_x, m_y) mitgeteilt werden. Der Befehl lautet: PA m_x, m_y ; CI r .

PA PLOT ABSOLUTE (Bewegung in absoluten Koordinaten)

CI CIRCLE (Zeichnet Kreis mit gegenwärtiger Stiftposition)

Da die meisten CAD-Programme eine Ausgabe im HP-GL-Format vorsehen, wurde Software entwickelt, die den Druck von HP-GL Bildern auch auf anderen Druckern ermöglicht.

3.7 PostScript

PostScript ist eine Seitenbeschreibungssprache, die mit Desktop-Publishing (DTP) in einem Atemzuge genannt wird. Der Vorteil von PostScript liegt in der

Hardwareunabhängigkeit und Eindeutigkeit der Dokumente. Im einzelnen heißt das, daß ein PostScript-Dokument auf einem Laserdrucker dieselbe Form annimmt wie auf einer Satzbelichtungsmaschine. PostScript basiert auf der mathematischen Beschreibung einer Seite. Jeder Buchstabe wird bei PostScript durch die Formeln seiner Umrißlinien charakterisiert und ist damit genormt. Deshalb kann man problemlos Buchstaben skalieren und mit Effekten (Schattendruck, Füllmuster, Outline-Druck usw.) versehen. PostScript enthält 35 Standardschriften, und zusätzliche Schriften lassen sich vom Computer in den Drucker laden. Außerdem enthält PostScript Befehle, um Grauraster, Linien, Kreise und ähnliches schnell und problemlos auf Papier zu bringen.

Wer professionelles Desktop Publishing betreibt, kommt um PostScript nicht herum. Jedoch sind PostScript-Laserdrucker durchschnittlich 10.000 bis 20.000 Schilling teurer als herkömmliche PCL-Drucker. Das hat zum einen rechtliche Gründe: PostScript-Erfinder Adobe, ein amerikanischer Softwarehersteller, hat rechtzeitig Schrifttypen und Übersetzungsverfahren der PostScript-Sprache patentieren lassen. Druckerhersteller, die ihre Geräte mit PostScript ausstatten um so konkurrenz- und marktfähig zu bleiben, müssen Lizenzen an Adobe bezahlen. Schließlich ist es der Kunde, der diese Lizenzgebühren übernimmt, da die Druckerhersteller diese auf den Preis aufschlagen. Der zweite Grund für den höheren Preis sind die höheren Hardware-Anforderungen eines PostScript-Druckers. Inzwischen ist auch PostScript 2 auf dem Markt, daß um einige Befehle erweitert wurde. Die Änderungen betreffen vor allem den Farbdruck mit PostScript.

3.8 Übersicht

| Druckersprache | Nadeldrucker | Tintenstrahl-drucker | Thermotransfer-drucker | Laser-drucker |
|---------------------------|--------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
| TTY | JA | JA | NEIN | JA |
| ESC/P | JA | JA | NEIN | Emulation |
| NEC | JA | NEIN | NEIN | NEIN |
| IBM | JA | NEIN | NEIN | Emulation |
| HP PCL 3 oder 4 | NEIN | JA | NEIN | JA |
| HP PCL 5 | NEIN | NEIN | NEIN | nur HP Laserjet III |
| HP-GL oder HP-GL/2 | Software | Software | NEIN | HP LaserjetIII Software |
| PostScript | Software | Software | JA | JA Software |

4. Schnittstellen

Für den Anschluß an den PC besitzt ein Drucker mindestens eine manchmal auch mehrere Schnittstellen. Beim Kauf sollte man darauf achten, daß beide Geräte, sowohl PC als auch Drucker, über den gleichen Schnittstellentyp verfügen. Eine Umrüstung des Druckers ist in den meisten Fällen nicht möglich und an den PCs, wenn überhaupt, nur mit Zusatzbaugruppen (Steckkarten). Auch das passende Kabel sollte man sofort beim Händler erwerben, da an den verschiedenen Rechnern und Druckern auch verschiedene Steckerformen verwendet werden.

Grundsätzlich unterscheidet man drei verschiedene Übertragungsverfahren zwischen Computer und Peripherie:

- Serielle Schnittstelle (zum Beispiel RS-232C)
- Parallele Schnittstelle (zum Beispiel Centronics)
- Bussysteme (zum Beispiel Apple Talk)

Jedes dieser Systeme besitzt seine Vor- und Nachteile. Der Druckerkäufer sollte sich gut überlegen, welches System er einsetzen möchte.

Um die Unterschiede der Systeme zu verstehen, muß man zuerst wissen, daß die Informationen über den zu druckenden Text bzw. Grafik immer byteweise im Computer gespeichert sind. Zur Übertragung von einem Zeichen zum Drucker, müssen jeweils acht Bit über die Schnittstelle transportiert werden. Bei der parallelen Schnittstelle ist das kein Problem. Für jedes Bit ist hier eine Leitung im Kabel reserviert. Somit kann ein komplettes Byte auf einmal übertragen werden. Bei der seriellen Schnittstelle ist für das Byte jedoch nur eine einzelnen Leitung vorhanden. Deshalb müssen die acht Bits nacheinander auf dieser Leitung übermittelt werden. Damit eine Synchronisation zwischen Drucker und Computer gewährleistet ist, werden vor und nach jedem Byte ein oder mehrere sogenannte Start- und Stoppbits gesandt. Deshalb kann es vorkommen, daß für ein zu übertragendes Byte zehn oder elf Bit benötigt werden. Bei größeren Datenmengen summieren sich diese Kontrollbits zu einer beachtlichen Last. Dadurch ist bereits ersichtlich, das serielle Schnittstellen prinzipiell langsamer sind als parallele Schnittstellen.

Im Gegensatz zu seriellen und parallelen Schnittstellen, an denen maximal zwei Geräte angeschlossen sind, kann man mit einer Busstruktur ein richtiges Netzwerk mit Computern und Druckern aufbauen. Bei einem Bus sind nicht zwei Geräte mit einem Kabel verbunden, sondern die Daten- und Steuerleitungen werden an allen anzuschließenden Geräten vorbeigeführt. Selbstverständlich kann in einem Busnetz immer nur ein Gerät aktiv sein. Deshalb variiert die Übertragungsgeschwindigkeit je nach Anzahl der angeschlossenen Geräte und der grundsätzlichen Konzeption des Busses. Auch bei den Bussystemen muß man zwischen serieller und paralleler Datenübertragung unterscheiden. die Geschwindigkeit reicht von 230 KBit/s (bei Apple Talk) bis zu über 10 MBit/s (bei Ethernet). Der Vorteil dieser Systeme liegt

in der vielfältigen Vernetzbarkeit der Geräte. Nachteile resultieren aus der aufwendigen Verkabelung und höheren Störanfälligkeit. Fällt ein System im Netz aus, kann unter Umständen das gesamte Netzwerk lahmgelegt.

Im Normalfall dürfte die RS-232C- oder die Centronics-Schnittstelle zum Einsatz kommen. Diese sind in der Druckerwelt am meisten verbreitet, werden von jedem Programm unterstützt und sind am einfachsten anzuschließen.

4.1 Die serielle Schnittstelle: RS-232C und V24 (siehe A6/B1)

Diese beiden Namen sind unterschiedliche Bezeichnungen für die gleiche Schnittstelle. Dabei wird eine Leitung verwendet, um Daten vom PC zum Drucker zu senden und eine zweite für die umgekehrte Richtung. Die dritte Verbindung, die unbedingt vorhanden sein muß, dient dem Ausgleich der Massepotentiale beider Geräte. Zu beachten ist, daß die beiden Sende- bzw. Empfangsleitungen gedreht angeschlossen werden, da der PC auf Pin 2 seine Daten sendet, der Drucker aber auf Pin 3 empfängt. Dasselbe gilt natürlich auch für die Gegenrichtung.

Die RS-232C- bzw. V24-Schnittstelle arbeitet mit den Betriebsspannungen +12 V und -12 V nach dem Low-Level-Prinzip. Das bedeutet, ein Potential von -12 V entspricht einer logischen 1 und ein Pegel von +12 V einer logischen 0.

Die eigentliche Datenübertragung erfolgt in vier Schritten. Im Normalfall wird die Sendeleitung auf -12 V gehalten. Startet die Übertragung, so wechselt das Signal auf +12 V (das sogenannte Startbit). Anschließend folgen die sieben bzw. acht Datenbit. Danach wird dem Empfänger ein Paritybit übermittelt, damit dieser überprüfen kann, ob er die Daten richtig empfangen hat. Dazu bildet man die Quersumme der Datenbytes. Bei einer geraden Summe wird das Paritybit auf logisch 0 gesetzt, bei ungerader Prüfsumme auf 1. Ein oder zwei Stoppbit mit logischen High-Potential schließen die Übertragung eines Bytes ab.

Es stellt sich nun die berechtigte Frage: Woher weiß der sendende Rechner, daß er Daten über die serielle Schnittstelle schicken darf? Damit keiner der beiden Teilnehmer überlastet wird, gibt es die drei Protokolle

- XON/XOFF
- ETX/ACK
- DTR

wodurch sich die beiden Kommunikationsteilnehmer untereinander verständigen. Das XON/XOFF-Protokoll ist am meisten verbreitet, da es am einfachsten zu realisieren ist und keine zusätzlichen Steuerleitungen benötigt. Lediglich gilt zu beachten, daß beide Seiten, Computer und Drucker, auf das gleiche Protokoll eingestellt sind, da sonst keine Verbindung zustande kommen kann.

RS-232C bzw. V24 eignet sich hauptsächlich für lange Strecken. Durch die relativ hohen Signalpegel kann die Verbindungsleitung bis zu 30 Meter lang sein. Theoretisch wäre es möglich, noch längere Leitungen zu verwenden. Man sollte jedoch dann qualitativ hochwertige Kabel mit großem Leitungsdurchmesser und geringen Widerstand verwenden. Ansonsten kann es zu Problemen bei der Datenübertragung kommen.

4.1.1 XON/XOFF

Bei diesem Protokoll sind zwei Sonderzeichen für die Kommunikation reserviert. Ist der Drucker nicht mehr in der Lage, weitere Daten zu empfangen, sendet er auf seiner Datenleitung das Zeichen »XOFF« (13hex) zum Computer. Der sendende PC muß daraufhin seine Datenübertragung sofort unterbrechen. Ist der Drucker bereit, neue Daten zu empfangen, übermittelt er dem Rechner das Zeichen »XON« (11hex). Nun kann der Computer mit der Datenübertragung fortfahren. Das gleiche Prinzip wird in der entgegengesetzten Richtung verwendet, wenn ein Peripherie-Gerät Daten zum PC, der überlastet sein kann, schicken möchte.

4.1.2 ETX/ACK

Dieses System arbeitet ähnlich wie das XON/XOFF-Protokoll. Der PC sendet dabei einen ganzen Datenblock zum Drucker, der die empfangenen Daten in einem dafür reservierten Eingangspuffer zwischenspeichert. Der gesendete Datenblock wird am Ende mit dem Zeichen »ETX« (ETX: End of TeXt; 03hex) abgeschlossen. Der Drucker beginnt nach Empfang dieses Zeichens die Daten in den eigentlichen Arbeitsspeicher zu kopieren. Ist das erledigt, teilt er dem Computer durch das Steuerzeichen »ACK« (ACKnowledge; 06hex) mit, daß er weitere Daten empfangen kann. Da auch dieses System per Software realisiert ist, ist es relativ einfach zu implementieren. Der empfangene Teilnehmer muß nur über einen ausreichenden Empfangspuffer verfügen.

4.1.3 DTR

Ein aufwendiges System zur Steuerung der Datenübertragung ist das DTR-System, das zwei zusätzliche Leitungen benötigt. Ist der Drucker empfangsbereit, hält er die Leitung »DTR« (Data Terminal Ready) auf High-Pegel. Ist sein Empfangspuffer nicht mehr bereit, Daten aufzunehmen, setzt er das Signal auf Low-Potential, wodurch der Sender aufgefordert ist, keine Daten mehr zu übertragen. Sind die empfangenen Daten verarbeitet, wird die Leitung wieder auf High gesetzt und die Datenübertragung kann fortgesetzt werden. Für die umgekehrte Verbindung (vom Drucker zum PC) ist die Leitung »DSR« (Data Set Ready) reserviert.

4.2 Die Centronics-Schnittstelle (siehe A6/B2)

Da die Centronics-Schnittstelle die Daten parallel überträgt und mit einem Hardware-Handshake-Protokoll arbeitet, ist ein wesentlich größerer Verdrahtungsaufwand erforderlich. Bei dieser Schnittstelle findet ein 36-poliges Verbindungskabel seine Anwendung. Einige Pins der Stecker sind nicht belegt, so daß man an der PC-Seite mit einem 25-poligen Stecker auskommt. Zur Synchronisierung der Datenübertragung werden die Leitungen »STROBE« und »ACKNLG« verwendet. Sind die Daten an den acht Datenleitungen »DATA 1-8« bereit zur Übernahme in den Drucker, signalisiert der PC dies mit einem Null-Signal an der STROBE-Leitung. Der Drucker übernimmt die Daten und quittiert deren Empfang mit einem Null-Impuls auf der ACKNLG-Leitung. Das bedeutet auch, daß der Computer neue Daten senden kann.

Die acht Datenleitungen arbeiten im Gegensatz zur seriellen Schnittstelle mit positiver Logik. Somit bedeutet ein High-Signal auch eine logische 1 (entsprechend: 0 = Low). Die Leitung »BUSY« wird verwendet, um den PC mitzuteilen, ob der Drucker im Moment in der Lage ist, Daten anzunehmen. Ist das nicht der Fall, wird die Leitung auf High gesetzt. Der Computer wartet nun solange, bis dieses Signal wieder auf Low sinkt, um weitere Daten zu übertragen.

Bei den seriellen Schnittstellen können Daten in beiden Richtungen übertragen werden. Man spricht auch von einer bidirektionalen Schnittstelle. Die Centronics-Schnittstelle erlaubt nur die Datenübertragung in eine Richtung, also unidirektional. Deshalb ist der Drucker nicht in der Lage detaillierte Fehlermeldungen zu senden.

Durch das Prinzip der parallelen Datenübertragung erreicht die Centronics-Schnittstelle eine erheblich höhere Durchsatzrate als die serielle Schnittstelle. Da jedoch mit normalen Pegeln (5 V) gearbeitet wird, ist die Länge der Verbindungskabel auf maximal 5 Meter beschränkt.

| Pin-Nr. | Signalname | Richtung zum | Funktion |
|---------|------------|--------------|--|
| 1 | STROBE | Drucker | Strobe-Impuls gibt an, daß Daten eingelesen werden können. High: Normalzustand Low: Daten einlesen |
| 2 | DATA 1 | Drucker | Datenleitung |
| 3 | DATA 2 | Drucker | Datenleitung |
| 4 | DATA 3 | Drucker | Datenleitung |
| 5 | DATA 4 | Drucker | Datenleitung |
| 6 | DATA 5 | Drucker | Datenleitung |
| 7 | DATA 6 | Drucker | Datenleitung |
| 8 | DATA 7 | Drucker | Datenleitung |
| 9 | DATA 8 | Drucker | Datenleitung |
| 10 | ACKNLG | Computer | Bestätigung des Datenempfangs |
| 11 | BUSY | Computer | Das Signal gibt an, ob der Drucker Daten empfangen kann. High: nicht empfangsbereit Low: empfangsbereit |
| 12 | PE | Computer | Zeigt an, daß kein Papier angelegt ist. High: Papiervorrat ist zu Ende Low: Papier ist vorhanden |
| 13 | SLCT | Computer | Druckerbetriebszustand High: Drucker On-Line Low: Drucker Off-Line |
| 14 | AF TX | Computer | Automatischer Zeilenvorschub High: - Low: An einem Wagenrücklauf (»CR«) wird ein Zeilenvorschub (»LF«) hinzugefügt |

| | | | |
|-------|-------------|----------|---|
| 15 | NC | | nicht belegt |
| 16 | GND | | Signalerdung |
| 17 | CHASSIS GND | | Gehäuseerdung |
| 18 | +5 V DC | Computer | Externe Gleichspannung: + 5 V |
| 19-30 | GND | | Masse-Rückleitung |
| 31 | INT | Drucker | Signal zum Zurücksetzen der Standardwerte und Löschen des Druckerpuffers. High: Normalzustand Low: Druckerinitialisierung |
| 32 | ERROR | Drucker | Zeigt eine Störung an. High: Normalzustand Low: es trat ein Fehler auf |
| 33 | EXT GND | | Externe Erdung |
| 34 | NC | | nicht belegt |
| 35 | NC | | nicht belegt |
| 36 | SLCT IN | Drucker | Erlaubt die Steuerbefehle »DC 1« und »DC 3«. High: Steuercodes erlaubt Low: Steuercodes unterbunden. |

5. Quellenverzeichnis

Limmer Gerd:

Das Plotter Buch: Arbeitsweise, Schnittstellen, Intelligenz, Anschluß, Zubehör
Markt und Technik-Verlag, 1988

Lipp Thomas W.

Der Drucker Workshop
Systema Verlag, 1991

Ockenfelds R.

Das große PC-Druckerbuch
Data Becker, 1988