

Tinte in der Düse

Mikrosystemtechnik bringt Fotos, Text und Grafiken in hoher Qualität zu Papier.

Von Mark Fischetti

Viele reden von der Mikrosystemtechnik, Computernutzer und Digitalfotografe nutzen sie schon lange. Denn die in diesen Marktsegmenten verbreiteten Tintenstrahldrucker sind zumindest teilweise mikromechanische Systeme. Zur Makrowelt gehört ihr Schrittmotor, der mittels Antriebsriemen den Druckkopf über das zu bedruckende Blatt Papier zieht, ebenso das Flachbandkabel, das Steuersignale von der Elektronik an den Druckkopf liefert. Der aber arbeitet in mikroskopischen Dimensionen, um winzige Tintentröpfchen mit hoher Präzision auf das Papier zu bringen.

Piezoelektrische Tintenstrahldrucker etwa von Epson besitzen einen Druckkopf, der fester Bestandteil des Geräts ist. Ausgetauscht werden nur die Tintenkartuschen, die als Tank für den Tintenvorrat dienen. Seinen Namen verdankt dieser Typus dem Piezo-Effekt: Spezielle Kristalle im Druckkopf ändern ihre Ausmaße, wenn eine elektrische Spannung angelegt wird. Auf diese Weise erzeugen sie den notwendigen Hochdruck, um die Tintentropfen aus den Düsen herauszuschleßen. Die konkurrierende Technik der Thermo-Tintenstrahldrucker – Hersteller sind zum Beispiel Canon und Hewlett-Packard – integriert Einmal-Druckköpfe in die Kartusche (siehe Grafik). Die Tinte wird über einen elektrischen Widerstand in Sekundenbruchteilen hochoverhitzt, sodass sich eine mikroskopisch kleine Dampfblase bildet, die wiederum vier billionstel Liter Tinte durch eine Düse auf das Papier schleudert.

Unabhängig vom Typ enthält ein Druckkopf auf etwas mehr als einem Quadratzentimeter je nach Modell zwischen 360 und 1200 Tintendüsen. Jede davon wird über einen eigenen Kanal befüllt und durch einen Piezo-Kristall oder Thermo-Widerstand mehrere hundertmal pro Sekunde abgefeuert. Die Düsen können Tintentröpfchen mit einer Genauigkeit von zehntausendstel Millimetern zu Papier bringen. Der resultierende Punkt durchmisst gerade mal ein Viertel bis ein Zehntel der Dicke eines menschlichen Haares. Auf Spezialpapier lässt sich eine Auflösung bis 4800 mal 1200 dpi (dots per inch, also Punkte pro Zoll) erreichen, das entspricht umgerechnet 1890 mal 472 Punkten pro Zentimeter. Laut Frank L. Cloutier, zuständiger Entwicklungschef von Hewlett-Packard, wäre eine noch höhere Druckauflösung für das durchschnittliche menschliche Auge nicht mehr wahrnehmbar. Eine Qualitätssteigerung lässt sich nur über Halbtöne erreichen, wie sie der Tintendruck mit sechs oder neun Farben bietet.

In der Entwicklung sind auch bessere Tinten. Sie sollen schneller auf dem Papier trocknen, aber dennoch nicht die Düsen verstopfen und zudem farbecht sein. Das Ziel sind lichtbeständige Drucke, die von einem Fotoabzug kaum noch zu unterscheiden sind. ◁



Private PC-Anwender bevorzugen den Tintenstrahldrucker, weil er schon zu Discountpreisen zu haben ist.



WUSSTEN SIE SCHON?

► Tintenstrahldrucker arbeiten mit denselben **subtraktiven Grundfarben**, die auch zum farbigen Druck von Zeitungen und Zeitschriften eingesetzt werden: Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz. So überrascht es nicht, dass diese Technik mittlerweile im Großformat zum Einsatz kommt. So genannte **Large Format Printer** (rechts) konkurrieren mit klassischem Siebdruck zum Beispiel bei der Produktion von Postern, Plakaten und Präsentationsmaterial. Der Markt wächst nach einer Schätzung von Kodak pro Jahr um fünfzig Prozent.

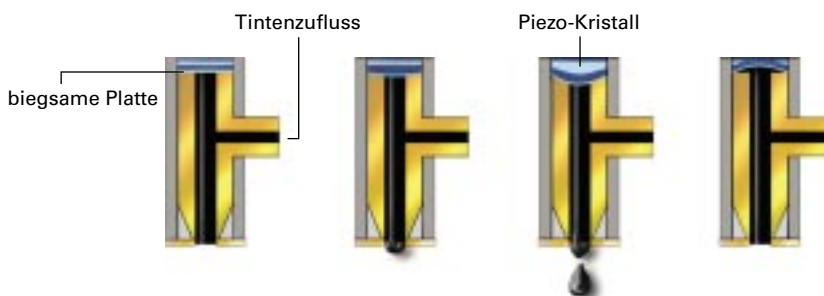
► Für Piezo-Drucker können **Billiganbieter** leicht günstigere Kartuschen herstellen. In Thermo-Kartuschen jedoch ist ein patentgeschützter Steuerchip integriert, und sie müssen gebrauchte recyceln. Die Originalhersteller begegnen dem durch den Einbau einer Zählfunktion in den Chip. Denn Tintenstrahldrucker werden heute so preiswert verkauft, dass das Grundgerät die Kosten der Hersteller nicht mehr deckt. Den eigentlichen Gewinn erzielen sie mit Verbrauchsmaterial.



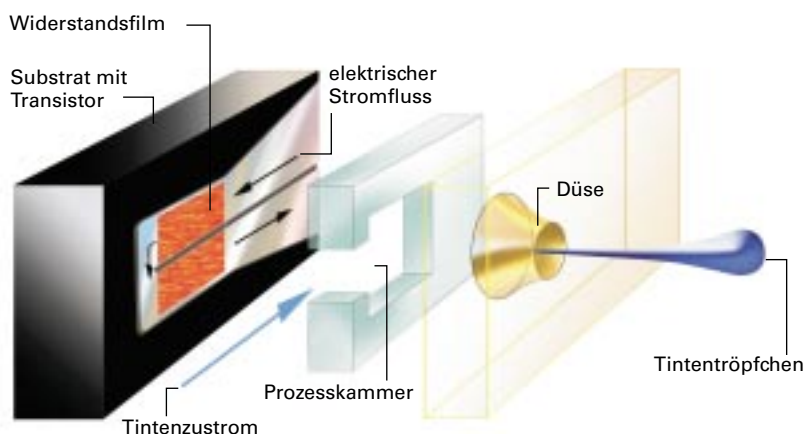
KODAK

► Wenn ein Tintentropfen auf der Oberfläche eines Papiers ohne spezielle **Beschichtung** auftrifft, wird er von dessen Fasern aufgesogen. Der Punkt franzt deshalb unregelmäßig aus. Ausgewiesenes Tintenstrahl-Papier trägt deshalb einen speziellen Wachsfilm, der exakt gedruckte Punkte ermöglicht. Da sie auch auf kleiner Fläche konzentriert bleiben, erhöht dieses Prinzip letztlich auch die Auflösung. Nur so ist die heute gewünschte »Fotoqualität« möglich.

◀ Der **Druckkopf eines Thermo-Tintenstrahldruckers** enthält Kartusche und Elektronik im Paket. Letztere erhält Steuerbefehle über ein Kontaktfeld auf der Rückwand der Kartusche. Jede Düse wird über einen eigenen Transistor angesteuert.



▲ Ein kurzer Stromstoß regt in einem **piezoelektrischen Druckkopf** einen Piezo-Kristall zu Schwingungen an. Wenn er sich in Richtung Tintengang biegt, drückt der Kristall gegen eine verformbare Platte, die wiederum ein Tintentröpfchen aus der Düse presst. Schwingt der Kristall zurück, kehrt die Platte in ihre Ausgangsform zurück und saugt Tinte aus der Kartusche nach.



◀ In einem **Thermo-Druckkopf** bewirkt ein kurzer Stromstoß, dass sich eine nur etwa hundert Atome dünne Widerstandsschicht aus Tantalum und Aluminium in Sekundenbruchteilen erhitzt. Für eine Millionstelsekunde erhitzt sich der Widerstand auf 300 Grad Celsius. Tintenmoleküle formen eine winzige Dampfblase, die expandiert und dabei ein Tintentröpfchen aus der Düse des Druckkopfes schleudert. Zu diesem Zeitpunkt hat sich der Widerstandsfilm bereits wieder abgekühlt, woraufhin die Blase in sich zusammenfällt. Das so entstehende Vakuum saugt Tinte aus der Kartusche in den Düsengang nach.