

Gerd E. Neumann

Das Floppy-Laufwerk in Theorie und Praxis

Teil 1

Floppy-Disk-Laufwerke sind die am meisten benutzten Massenspeicher mit akzeptabler Geschwindigkeit zum vertretbaren Preis. In besonderem Maße gilt dies auch für Hobby-Anwender. Leider wissen viele Benutzer nicht so recht, wie diese Datenträger arbeiten und wie sie gewartet werden sollten. Dieser Artikel vermittelt nicht nur ein wenig Theorie, sondern vor allem Tips für die Praxis.

Da steht man nun: noch gestern funktionierte das Laden von Programmen einwandfrei, doch jetzt streikt das Diskettenlaufwerk. Ein anderes Laufwerk kann jedoch die Diskette lesen. Was tun? Bevor solche und ähnliche Probleme behandelt werden, wollen wir zunächst ein wenig auf die Grundlagen solcher 'Floppy-Laufwerke' eingehen. Am Ende dieser Serie erwartet Sie dann noch ein ganz besonderer 'Leckerbissen': Ein Ablaufplan für ein Floppy-Treiberprogramm, passend zu den Prozessoren 8080, 8085 und Z 80.

Damit die Ausführungen nicht in's Uferlose gehen, werden alle Erklärungen an Hand des weitverbreiteten Mini-Floppy-Laufwerks SA 400 (5¼") gegeben. Funktion und Wartung treffen jedoch auch auf die meisten Laufwerke anderer Hersteller zu. Die wichtigsten technischen Daten werden zu nächst einmal in Tabelle 1 dargestellt. Bild 1 zeigt die Schnittstelle vom Controller zum Laufwerk mit allen eingetragenen Signalen.

Nachdem Sie nun das Laufwerk etwas 'kennen', ein wenig unvermeidbare Theorie. Als erstes befassen wir uns mit dem Schreibformat. Die Art des

Aufzeichnungsverfahrens wird durch den Controller bestimmt. Die Aufzeichnung erfolgt beim SA 400 nach dem Frequenz-Modulationsverfahren (FM). Dabei werden zwei verschiedene Schreibfrequenzen benutzt. Wie dies im einzelnen aussieht, geht aus Bild 2 hervor. Das übertragene Datenbit ist im Bild gekennzeichnet. Die übrigen Bits einer 'Bitzelle' dienen Steuerzwecken. Es werden neun Bit übertragen, wobei ein eventuell vorhandenes Datenbit im Zentrum der Bitzelle steht. Jede Bitzelle beginnt mit einem Clockbit.

Weitgehend durchgesetzt hat sich das Standardformat T 2000. Es ist IBM-kompatibel. Nach diesem Format hat die Minifloppy eine Kapazität von 35 Spuren. Diese Spuren heißen im 'Neuhochdeutsch' Tracks. Das Format dieser Tracks ist durch Soft-Sektorierung festgelegt, wobei der äußerste Track immer die Nr. 00 hat und der innerste Track die Nr. 34.

Soft-Sektorierung, was ist das?

Es ist nun an der Zeit, Ihnen den Begriff 'Soft-Sektorierung' zu erläutern. Die einzelnen Spuren (Tracks) werden in Sek-

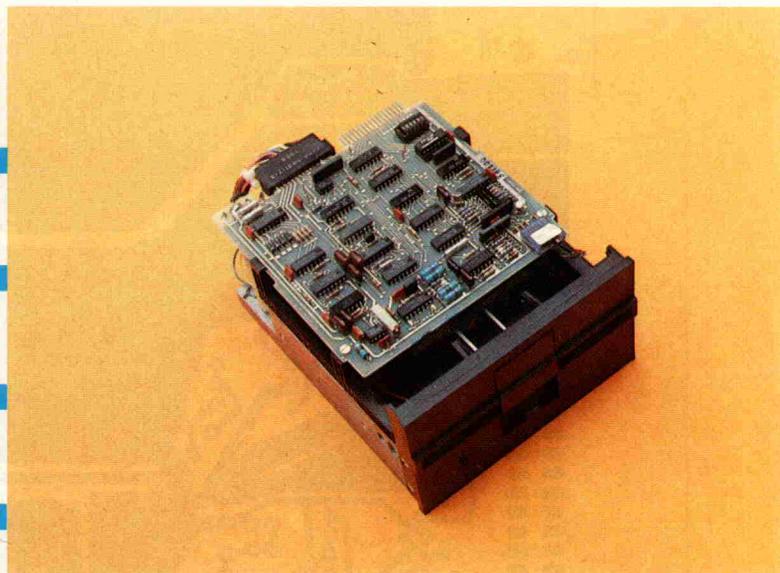


Tabelle 1, technische Daten des SA 400

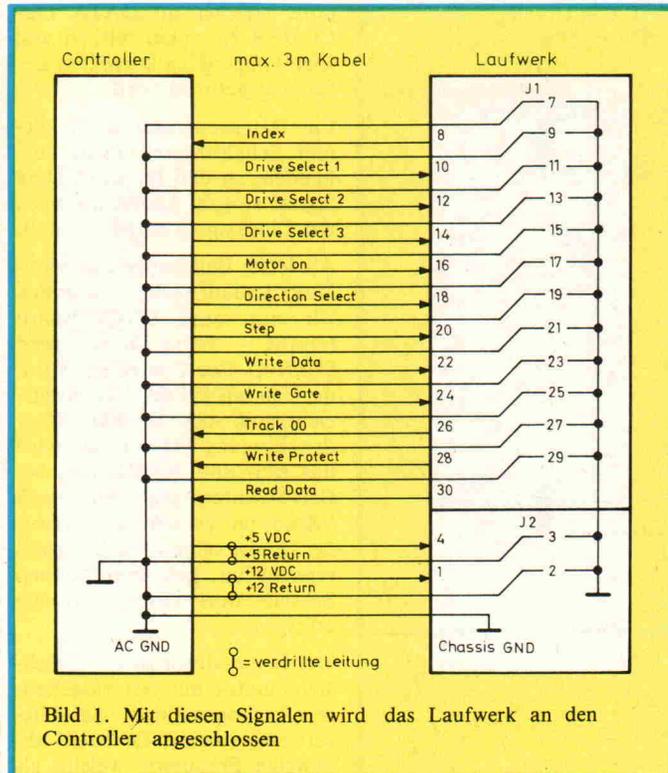
Betriebsspannungen:	+ 12 V, 0,9 A + 5 V, 0,5 A
Kapazität:	unformatiert 3125 Byte/Spur 109,4 KByte/Disk T 2000 Standardformat: 35 Spuren à 5 Sektoren 488 Byte pro Sektor 2,5 KByte pro Spur 85 KByte pro Diskette Das T 2000-Format ist IBM-kompatibel
Spuraufteilung:	35 Spuren 48 Spuren pro inch Software-Sektorierung
Spurwechseldauer:	40 ms
Aufzeichnungsmethode:	FM (Frequenz-Modulation-Single-Density)
Übertragungsrate:	125 kHz
Umweltbedingungen:	Temperatur 4°C—46°C Feuchtigkeit 20% — 80% rel. Feuchtigkeit nicht kondensierend.

toren (engl.: Records) aufgeteilt. Es gibt dazu grundsätzlich zwei Verfahren, nämlich Hard-Sektorierung und Soft-Sektorierung. Wir wollen an dieser Stelle ausschließlich die Soft-Sektorierung beschreiben, weil diese am meisten verbreitet ist. Wie es der Name schon andeutet, findet die Aufteilung in Records durch die Software statt. Dies ermöglicht eine Spureinteilung in verschieden lange Sektoren. Ein Index-Impuls kennzeichnet jeweils den Beginn einer Spur, während jeder Sektorbeginn durch eine Adres-

se markiert wird. Bild 3 zeigt zum besseren Verständnis ein typisches Track-Index-Format mit Soft-Sektorierung. Deutlich ist darauf die Trennung der Records durch Blocklücken (sogen. Gaps) unterschiedlicher Länge zu erkennen.

Die Schnittstelle

Damit die Funktion eines Laufwerkes transparent wird, ist es erforderlich, die Signale der Schnittstelle zu kennen. Bitte sehen Sie sich hierzu noch einmal das Bild 1 an. Die Auswahl



nach Anwendung des Laufwerks mit dem Signal Motor on, oder auch mit dem Signal Drive-Select erfolgen. Welches Signal den Kopf laden soll, kann mittels einer Brücke auf der Laufwerkselektronik bestimmt werden.

Die Spursteuering erfolgt mit Hilfe des Signals 'Direction'. Dazu muß man wissen: Auf der Achse eines 4-Phasen-Schrittmotors ist eine Kurvenscheibe befestigt, welche über eine spiralförmige Rille den Mitnehmer des Kopfschlittens und damit den Kopfschlitten selbst bewegt. Pro Spur führt dieser Schrittmotor zwei Steps aus. Das Signal 'Direction' bewirkt mit log. 1 Steps nach außen und mit log. 0 Steps zum Zentrum der Diskette. Ein Step bedeutet hier den Takt für einen Spurwechsel. Die einzelnen Motorphasen werden von einer Spurverstell-Logik, bestehend aus einem Parallel/Seriell-Re-

gister, gesteuert. Am Schnittstellenstecker finden wir die Bezeichnung Track 0. Log. 0 an diesem Anschluß meldet dem Disk-Controller, daß der Schreib-/Lesekopf in der Position 'Spur 0' steht. Eine ganz wichtige Funktion hat die Index-Leitung. Die Minidiskette besitzt ein Indexloch, welches über eine Fotozelle erkannt wird. Durch einen Impulsformer wird dieser Fotozellenimpuls verstärkt und aufbereitet. Danach sorgt dieser Impuls im Controller für die Erkennung des Disketten-Anfangs.

So wird geschrieben und gelesen

Wie bereits erwähnt wurde, benutzt man für die Aufzeichnung zwei verschiedene Frequenzen. Sie betragen für die 0-Bit-Aufzeichnung 62,5 kHz und für die 1-Bit-Aufzeichnung 125 kHz. Geschrieben und gele-

von drei Diskettenstationen ist über die Drive-Select-Leitungen DS1, DS2 und DS3 möglich. Dies geschieht durch den Controller. Das Drive-Select-Signal aktiviert in der jeweiligen Station eine ganze Reihe von Baugruppen. Erst einmal leuchtet die LED an der Tür des Laufwerks als Zeichen dafür, welches Laufwerk überhaupt betriebsbereit ist. Ferner werden die Leitungen INDEX, Write-Protect (Schreibschutz) und Track 0-Erkennung freigegeben. Zusätzlich werden nun sowohl der Leserverstärker, als auch der Schritt-Zähler (Step-Counter) für den Schreib-/Lesekopf freigegeben.

Ein weiteres Signal ist mit 'Motor on' bezeichnet. Es schaltet nicht nur den 'Motor ein', sondern hat darüber hinaus noch eine weitere Funktion im Zusammenhang mit dem Schreib-/Lesekopf: Für eine Lese- oder Schreiboperation muß der Kopf engen Kontakt (Berührung) zur Diskette haben. Dazu ist ein Magnet (Head-Load-Magnet) im Inneren des Laufwerks vorgesehen. Wenn dieser Magnet bestromt wird, drückt sich die Diskette gegen den Schreib-/Lesekopf im Laufwerk, und damit ist eine einwandfreie Datenübertragung gewährleistet.

Diese Funktion — 'Head load' — kann nach Wunsch und je

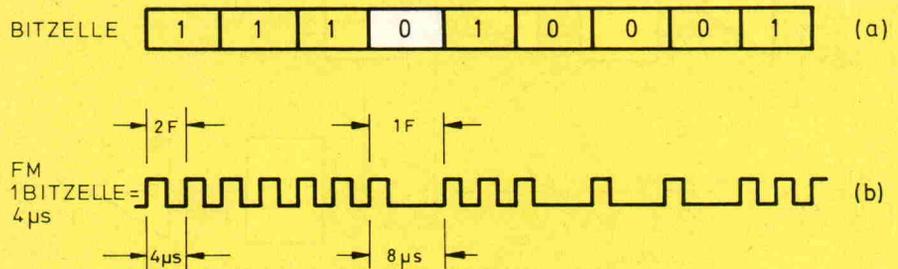


Bild 2. Darstellung einer Bit-Zelle für das FM-Verfahren

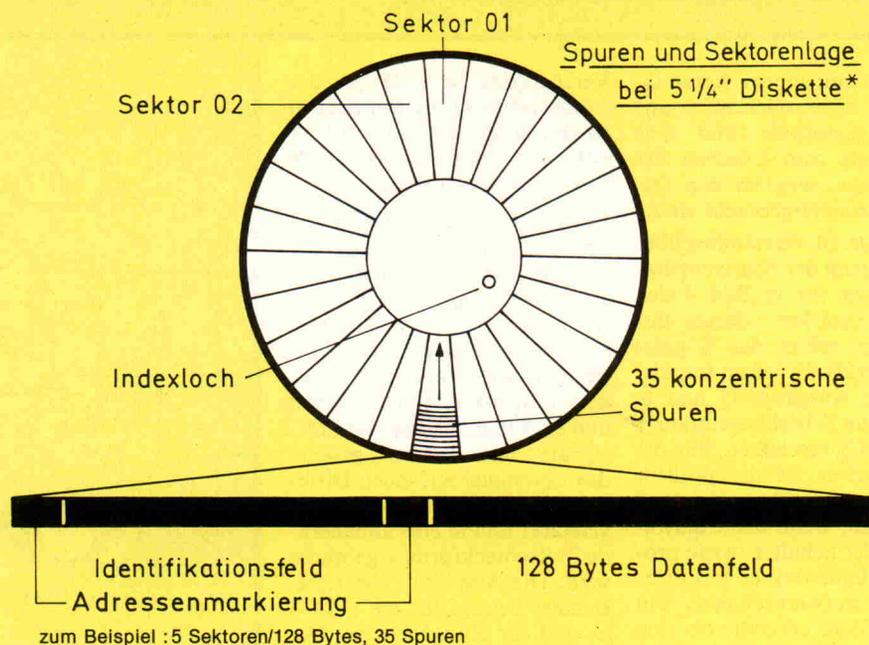


Bild 3. Das Soft-Sektor-Format bei 5 Sektoren pro Track

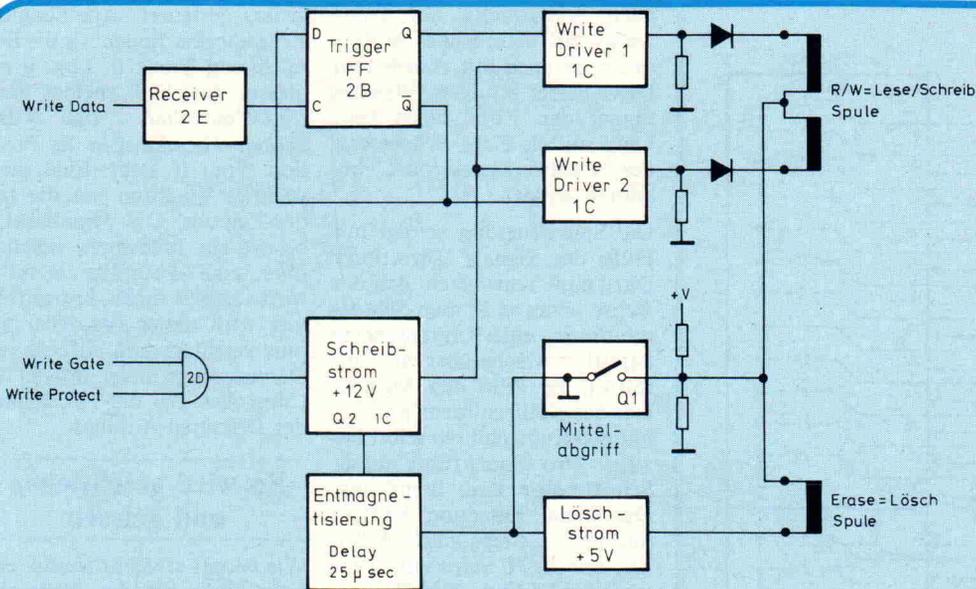


Bild 4. Erläuterung zu Funktion 'Schreiben'

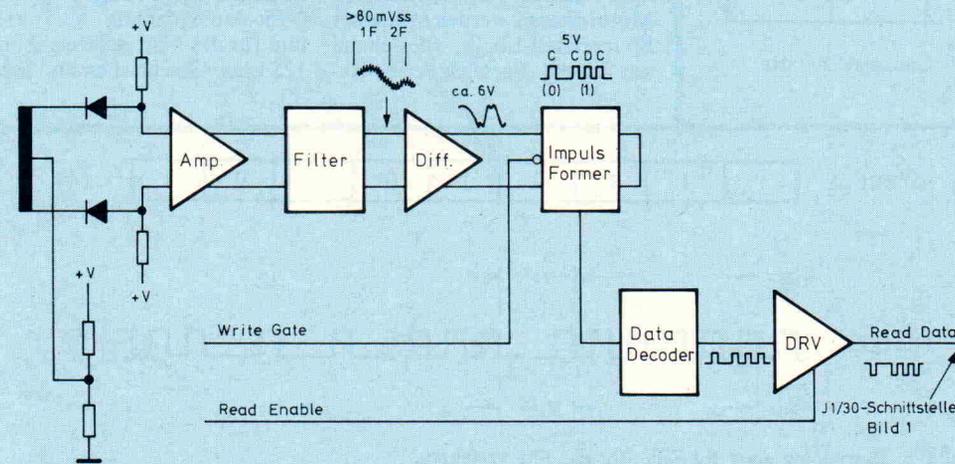


Bild 5. Die Vorgänge beim Lesen von Daten

sen wird mit einem Keramikkopf, in welchem eine Schreib-/Lesespule und eine Löschspule zum Löschen der Randzonen zwischen den Datenspiuren untergebracht sind. Zum besseren Verständnis über den Vorgang der Schreiboperation haben wir in Bild 4 den Schreibverstärker dargestellt. Die Daten takten das Trigger-Flip-Flop 2B mit jedem Impuls. Über die Ausgänge Q und \bar{Q} werden die Schreibverstärker 1 und 2 (1C) geschaltet. Für die Write Driver ist die positive Spannung jedoch nur dann vorhanden, wenn der Controller und der Schalter 'write protect' im Laufwerk es erlauben. Dieser Laufwerkschalter, ein Mikroschalter, erkennt, ob eine eingelegte Diskette schreibgeschützt ist.

Es wird zusätzlich mit einer

Verzögerung von 25 μ s der Löschstrom für die Randzonen eingeschaltet, indem Q1 0 Volt auf den Mittelabgriff der Schreib-/Lesespule legt.

Der Lesevorgang wird in Bild 5 deutlich gemacht. Solange der Kopf geladen ist, also Kontakt zur Diskette hat, gelangen Daten zum Controller, vorausgesetzt das Signal WRITE GATE (Bild 4) ist nicht aktiv. Über den Eingangverstärker AMP und ein Filter, welches die Störsignale unterdrückt, gelangt das Lesesignal auf einen Differentialverstärker (DIFF), wo es verstärkt und in eine annähernde Rechteckform gebracht wird. Die Amplitude des Lesesignales beträgt für ein 1-Bit 4 μ s und für ein 0-Bit 8 μ s. Der Impulsformer übernimmt dieses Signal und erzeugt daraus einen exakten 5V-Rechteckim-

puls, welcher im DATA DECODER zu einem zeitlich und spannungsmäßig korrekten Lesesignal geformt wird.

Ein Datenseparator ist in diesem Schaltungsteil nicht vorhanden, so daß im Read Data Signal sowohl Daten als auch das Clocksignal enthalten sind.

Als letzte Baugruppe des Mini-Diskettenlaufwerks kommen wir nun zum DMSC-Board (DMSC — Drive Motor Speed Control). Der Controller befindet sich mit auf der Laufwerkelektronik des SA 400. Über den Eingang 'Motor on' wird das Ein- und Ausschalten des Drive Motors realisiert. Nach 'Motor on' vergeht ca. 1 sec bis der Motor seine volle Drehzahl erreicht hat. Erst dann können Schreib- oder Leseoperationen erfolgen.

Der Drive Motor ist ein Gleichstrommotor mit fest eingebautem Tachogenerator. Dieser liefert eine von der Drehzahl abhängige Frequenz, welche als Analogspannung (V Speed) zum Operationsverstärker 1A geführt wird. Der Ausgang des Verstärkers regelt die Motorgeschwindigkeit konstant auf 300 UpM. Natürlich kann die Drehzahl auch genau eingestellt werden. Hierzu dient das Poti 'Speed adj.'.

Durch die Strombegrenzung, besser gesagt Stromüberwachung, wird der Motorstrom kontrolliert und im Fehlerfalle die Spannung abgeschaltet. □

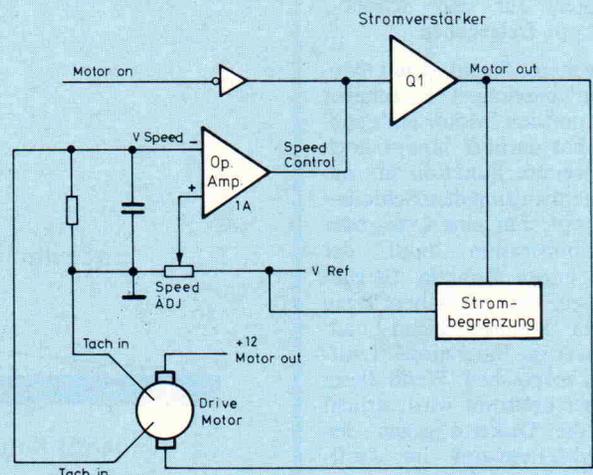


Bild 6. Das DMSC-Board