

Bandlaufwerke

Bandlaufwerke übernehmen in heutigen Datensicherungskonzepten meist nur noch die Rolle eines für die Aufbewahrung der Daten geeigneten Datenträgers. Durch die enorm gewachsenen Datenmengen reicht das für die tägliche Sicherung notwendige Zeitfenster nicht mehr aus, da Bandlaufwerke verhältnismäßig langsam arbeiten. Schnelle Festplattensysteme übernehmen daher die Aufgabe der Sicherung. Im Anschluss daran werden die Daten auf die langsameren Bänder geschrieben, damit transportable Medien für die sichere Verwahrung der Daten zur Verfügung stehen.

Bandlaufwerke bzw. lagerbare Offline-Datenträger erleben gerade eine Art Renaissance. Dies liegt an der wachsenden Bedrohung durch Viren, die lokale Datenbestände und/oder ganze Netzlaufwerke verschlüsseln und anschließend die Eigentümer mit Geldzahlungen erpressen (Crypto Viren, Locky, Ransomware).



Im Gegensatz zu früher kann keine Standardempfehlung mehr gegeben werden, da heutige Betriebssysteme Bandlaufwerke nicht mehr direkt unterstützen. Somit sind Datensicherungslösungen auf Basis von Bandlaufwerken in der Regel Speziallösungen. Eine größere Verbreitung erlangen zurzeit Wechsel-festplattensysteme, die sich aus Sicht der Datensicherungssoftware wie ein Bandlaufwerk verhalten.

Informationen zu aktuellen Band- und Festplattensicherungssysteme stellt die Firma Tandberg auf seiner Internetseite bereit:



<http://www.tandbergdata.com/de/index.cfm/products/>

Aufgabe und Funktion von Bandlaufwerken

Bandlaufwerke speichern Daten ebenso wie Disketten oder Festplatten als magnetische Information ab. Dabei kommt ein Magnetband in einer Bandkassette zum Einsatz. Das Band wird je nach Laufwerkstechnik entweder an einem starren oder einem rotierenden Magnetkopf vorbeigeführt, der die Daten in Spuren auf das Magnetband schreibt.

Bandlaufwerke gehören aufgrund dieses Speicherverfahrens zu den Offline-Speichern. Sie legen Daten auf dem Magnetband gleichsam als Datenstrom **sequenziell** oder **indexiert sequenziell** ab. Dieses Verfahren kommt in der Bezeichnung **Streamer** zum Ausdruck, die unabhängig vom verwendeten Aufzeichnungsverfahren für Bandlaufwerke gebräuchlich ist.

Gespeicherte Daten sind deshalb nicht unmittelbar, sondern erst nach Lokalisieren auf dem Magnetband verfügbar, bei dem ein Index das gesuchte Band und die richtige Stelle für einen gesuchten Datensatz angibt. Diese Stelle muss dann zunächst von einer mit dem Bandlaufwerk ausgelieferten Software aufgesucht werden.

Die großen Datenmengen, die auf den Bandmedien gespeichert werden können, machen Bandlaufwerke allerdings zu guten **Backup-Lösungen**, da sie zum Beispiel nachts laufen können und die Datensicherheit gewährleisten. Die Lebensdauer von Daten auf Medien wird allgemein zwischen 20 und 50 Jahren angegeben.

Bandlaufwerke sind sehr häufig proprietäre Entwicklungen einzelner Hersteller. Da bei Backup-Lösungen aber wenig Wert auf Kompatibilität gelegt werden muss, spielt dies nur eine untergeordnete Rolle.



Streamer und Bandkassette

Vielmehr geht es hier um Dinge wie Rückwärtskompatibilität zu älteren Geräten der Serie oder Erweiterbarkeit der Kapazität je Medium.

Speicherkapazitäten

Bandlaufwerke sind in der Lage, die abzuspeichernden Daten vor dem Schreiben zu komprimieren. Speicherkapazitäten für Bandlaufwerke werden komprimiert und unkomprimiert (nativ) angegeben, meist werden Daten jedoch nur komprimiert auf die Bänder geschrieben. Der Vorgang wird entweder vom Gerät selbst erledigt oder muss per Software bewerkstelligt werden. Nur die hardwareseitige Kompression ist vom Prozessor und von der Speicherauslastung des PCs unabhängig. Außerdem ergeben sich je nach Art der Daten verschiedene Kompressionsraten, auch wenn die Hersteller gerne eine typische Kompressionsrate von 2:1 propagieren. Vergleichen Sie deshalb nur die nativen Kapazitäten der verschiedenen Bandlaufwerke miteinander.

Wichtige Laufwerkstandards

Die ersten sehr einfachen Streamer haben zunächst die Compact Cassette aus dem Audibereich zur digitalen Datenaufzeichnung zweckentfremdet. Mit steigenden Kapazitätsanforderungen haben sich jedoch sehr schnell verschiedene Formate für Bandkassetten etabliert.

QIC

QIC steht für Quarter Inch Cartridge und bezieht sich auf die Breite des verwendeten Bandes in den Kassetten. Prinzipiell entspricht der Aufbau der Laufwerke und der Kassetten denen eines konventionellen Audio-Kassettengerätes.

QIC-Laufwerke waren lange Zeit gerade im Standalone-Betrieb, also an Einzelplatz-Rechnern, recht beliebt, da sie die günstigste Variante der Bandlaufwerke darstellen. Mit wachsenden Festplattengrößen und damit steigendem Bedarf an Speicherkapazität auf Backup-Medien wurde das Band verlängert und die Anzahl der Spuren erhöht.

Nach einer langjährigen Entwicklungsgeschichte können leistungsfähige QIC-Laufwerke auf bis zu 144 Spuren eine Datenmenge von bis zu 13 GB speichern.

Travan

Travan-Laufwerke gibt es von vielen Herstellern, sie bieten daher eine recht große Kompatibilitätsplattform. Auch hier hat eine Evolution des Standards stattgefunden, die den jeweiligen Anforderungen an Datendurchsatz und Speicherkapazität auf Festplatten folgte:

	TR-1	TR-2	TR-3	TR-4, Travan 8GB	TR-5, Travan NS20	Travan 40GB
Bandkapazität:						
Unkomprimiert	400 MB	800 MB	1.6 GB	4 GB	10 GB	20 GB
Komprimiert	800 MB	1.6 GB	3.2 GB	8 GB	20 GB	40 GB
Datentransferrate:						
Minimum	62.5 KBps	62.5 KBps	125 KBps	60 MB/min	60 MB/min	120 MB/min
Maximum	125 KBps	125 KBps	250 KBps	70 MB/min	110 MB/min	240 MB/min
Spuren	36	50	50	72	108	108

Travan-Laufwerke sind sowohl für den Einbau in einen 5,25"-Montageplatz des PCs (mit SCSI-Interface) als auch für externe Verwendung verfügbar, beispielsweise mit einer USB-2.0-Schnittstelle. Speicherkapazität und Kosten prädestinieren Travan-Laufwerke für den Einsatz als Backup-Lösung in kleinen und mittleren Unternehmen.

DAT

Das Digital Audio Tape wurde für den Audiomarkt konzipiert, aber dann auch für den Backup-Zweck als leistungsfähiges Laufwerk erkannt. DAT-Laufwerke arbeiten nicht mit einem stehenden Schreib-/Lesekopf, sondern verwenden den schon aus der Videotechnik bekannten rotierenden Kopf. Das Standard-DAT-Tape ist mit 4 mm Breite spezifiziert und hierfür wurden mehrere Digital-Data-Storage-Standards (DDS) entwickelt:

Standard	Eingeführt	Kapazität (unkomprimiert)	Maximale Datenrate
DDS-1	1989	1.3 GB	183 KBps
DDS-DC	1991	2 GB	183 KBps
DDS-2	1993	4 GB	360–750 KBps
DDS-3	1995	12 GB	750–1500 KBps
DDS-4	1999	20 GB	1–3 MBps
DDS-5 (DAT72)	2002	36 GB	3–6 MBps
DDS-6 (DAT160)	2007	80 GB	6–14 MBps

Neben den 4-mm-Tapes gibt es auch noch eine 8-mm-Variante, die auf speziellen Formaten der von Sony entwickelten Video-8-Kassette basiert.

DAT-Laufwerke sind recht teuer, was aber durch den günstigeren Medienpreis teilweise wieder ausgeglichen wird. Ein weiterer Nachteil ist der Verschleiß im Bereich der Bandführung. Er führt zu Fehlern bei der Einhaltung der Spuren auf dem Band und macht Sicherungsmedien unlesbar. Einige Hersteller von DAT-Laufwerken empfehlen regelmäßige Neueinstellung der Bandführung im Abstand von 12 bis 24 Monaten, um dieses Problem zu vermeiden.

DLT

Digital Linear Tapes zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass der Lesekopf des Gerätes nicht das Band berührt.

Dies führt zu einer deutlichen Erhöhung der Lebensdauer eines Bandes. Diese Technologie und die Monopolstellung des Herstellers Quantum führen zu Preisen, die deutlich höher als bei QIC- und Travan-Geräten sind.

Standard	Kapazität	Anschluss	Maximale Datenrate
DLT2000	15/30 GB	SCSI	2.5 MBps
DLT4000	20/40 GB	SCSI	3 MBps
DLT7000	35/70 GB	SCSI	5 MBps
DLT8000	40 GB	SCSI-2	6 MBps

1999 wurde ein abweichender Standard entwickelt, der Super-DLT genannt wird und bis zu 500 GB mit einer Transferrate von bis zu 40 MBps bietet. Diese Geräte sind allerdings nicht zu den anderen DLT-Laufwerken kompatibel und wurden deshalb nicht in obige Tabelle aufgenommen.

LTO

Linear Tape-Open ist ein neuerer Laufwerksstandard, der von den Firmen HP, IBM und Certance (Seagate) gemeinsam entwickelt wurde. Dabei soll es sich nach Angaben der Entwickler um einen offenen Standard handeln, der dem Kunden die Wahl zwischen verschiedenen Geräteherstellern lässt und einen gewissen Wettbewerb ermöglicht.

Derzeit stehen zwei Formate zur Verfügung:

- ✓ LTO **Accelis** für hohe Datentransferraten und kurze Zugriffszeiten
- ✓ LTO **Ultrium** als Lösung für große Datenkapazität mit einer Spule in der Kassette

Das LTO basiert auf einer Technologie linearer Aufzeichnung in mehreren Spuren. Dabei werden je 8 Spuren (Kanäle) gleichzeitig beschrieben. LTO Accelis verwendet zwei Spulen in der Kassette (Cartridge) und beginnt die Datenaufzeichnung in der Bandmitte. So werden beim Lesen kürzere Zugriffszeiten erreicht. LTO Ultrium verwendet Kassetten mit einer einzelnen Spule und schreibt die Spuren in Serpentin auf das Band. So kann in jeder Laufrichtung des Bandes gelesen und geschrieben werden. LTO Ultrium wird derzeit in der zweiten Generation angeboten. Für die Zukunft sind weitere Generationen geplant, die Speicherkapazitäten bis 1,6 TB je Bandkassette in Aussicht stellen.

Format/Generation	Spuren	Kapazität (unkomprimiert)	Maximale Datenrate
Accelis	256	50 GB	40 MBps
Ultrium 1	384	100 GB	15 MBps
Ultrium 2	512	200 GB	35 MBps
Ultrium 3	704	400 GB	80 MBps
Ultrium 4	896	800 GB	120 MBps

Diese Durchsatzraten und Kapazitäten wurden unter anderem durch Verbesserung der mechanischen Elemente der Bandführung, der Spurenauslegung und der Fehlerkorrektur möglich. Für die Indizierung der gespeicherten Daten auf dem Medium verwendet jede Bandkassette einen eingebauten Speicherchip, der kontaktlos ausgelesen und beschrieben werden kann.

Ebenso wie DLT-Laufwerke werden LTO-Ultrium-Bandlaufwerke mit Wechselrobotern in einem Gehäuse angeboten, die eine Vielzahl von Bandkassetten aufnehmen und automatisch wechseln können. Diese Geräte werden als **Tape Libraries** bezeichnet und können auch komplexe Backup-Verfahren mit täglich wechselnden Medien automatisieren.

Die Marktakzeptanz von LTO ist sehr hoch, die Verkaufszahlen übersteigen die der Konkurrenzprodukte des DLT- und SDLT-Formats inzwischen deutlich.

Der AGP-Anschluss

Der AGP (Accelerated Graphics Port) wurde Mitte der 1990er-Jahre aufgrund steigender Anforderungen an die Computergrafik entwickelt. Die Idee hinter AGP war die Entwicklung einer besonders schnellen Schnittstelle zwischen Systemprozessor, dem Hauptspeicher und dem Grafikchip. AGP ist im Gegensatz zu PCI eigentlich kein Bus, sondern eine direkte Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen der Grafikkarte und der Northbridge des Chipsatzes. Der AGP-Anschluss ist, wie der PCI-Bus, 32 Bit breit, arbeitet jedoch mit 66 MHz. Dies führt, wenn beide Flanken des Taktsignals genutzt werden (2X-Mode), zu einer maximalen Transferrate von 533 MB/s. Der AGP ist als Bridge im Chipsatz integriert und von der CPU des PC unabhängig. Bei dem 4x/8x-AGP-Mode werden statt einem oder zwei Bits gleich 4 bzw. 8 Bits je Signal übertragen. Damit sind (theoretisch) Übertragungsgeschwindigkeiten bis zu 2 GB/s möglich.

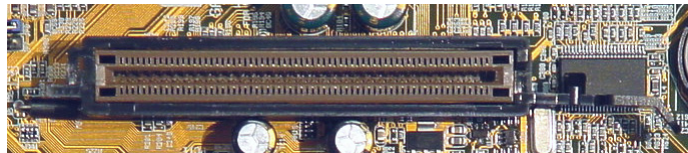
Bei dem Taktsignal handelt es sich um eine Rechteckspannung. Die Amplitude der Spannung wechselt dabei steil von 0 auf 1 und fällt nach einer vorgegebenen Zeit wieder auf 0 zurück. So entsteht eine rechteckige Wechselspannung, die über eine steigende und eine fallende Flanke verfügt.



Der AGP-Port war über ein Jahrzehnt lang die Standardschnittstelle zur Grafikkarte. Nach Einführung von PCI Express im Jahre 2005 schrumpfte der AGP-Anteil innerhalb weniger Jahre nahezu auf null.

Funktionsweise von AGP-Grafikkarten

AGP ist ein von Intel entwickelter Steckplatz für Grafikkarten. Eine AGP-Karte wird über einen AGP-fähigen Chipsatz des Mainboards mit dem Systembus verbunden. Während ein Standard-PCI-Slot mit 33 MHz Bustakt arbeitet, ist der AGP-Port mit 66 MHz getaktet und bietet durch verbesserte Verfahren deutlich schnellere Transferraten.



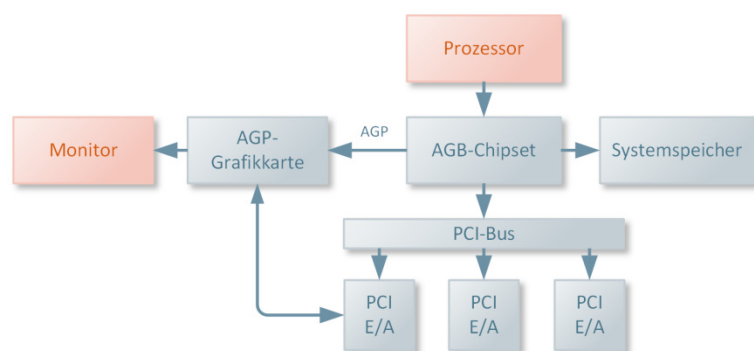
Der AGP-Slot, hier mit Riegel

APG-Art	Übertragungsrate in MB/s	Signalspannung in V	Datencodierung
AGP x1	266	3,3	Übertragung auf ansteigender Flanke des Taktsignals
AGP x2	533	3,3	Übertragung auf ansteigender und abfallender Flanke des Taktsignals (Double Data Rate)
AGP x4	1.000	1,5	4 x 32 Bit je Takt
AGP x8	2.000	0,8	8 x 32 Bit je Takt

Da AGP mit unterschiedlich hohen Signalspannungen arbeitet, ist es äußerst wichtig, nur zum Slot passende Grafikkarten zu verwenden, um Beschädigungen des Motherboards zu vermeiden. Mithilfe von Codierungen sollte eine Verwechslung ausgeschlossen werden, jedoch verbauten viele Hersteller uncodierte Steckverbindungen.



AGP-Karten können für die Speicherung von 3D-Daten und Texturen den Arbeitsspeicher des PCs verwenden, weshalb die ersten AGP-Grafikkarten nur über wenig eigenen Bildspeicher verfügten. Aufgrund des höheren Arbeitstakts und der besseren Anbindung an die CPU erhalten AGP Grafikkarten Berechnungsanweisungen von der CPU schneller. Sie konnten deshalb eine höhere 3-D-Gesamtleistung bieten als die damals weit verbreiteten PCI-Karten mit vergleichbaren Grafikprozessoren.

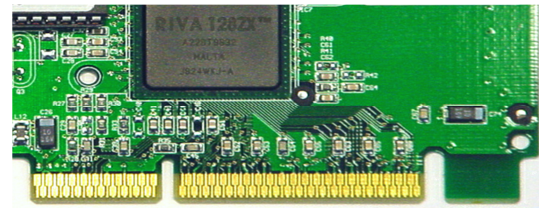


Einbettung einer AGP-Grafikkarte in das PC-System

Trotzdem wuchs die Speicherausstattung der AGP-Grafikkarten wegen neuer Multimediaanwendungen schon bald wieder an.

Grafikkarten für AGP

Standard-Grafikkarten sind heutzutage mit einer Schnittstelle zum PCI-Express-Bus ausgestattet. Vereinzelt benötigt man jedoch für Altsysteme Karten mit AGP-Schnittstelle. Diese sind kaum mehr als Neuware verfügbar, da sie nicht mehr dem heutigen Stand der Technik entsprechen. In Frage kommen gebrauchte Karten, die man, wegen der Gewährleistungsansprüche, bei einem gewerblichen Gebrauchtwarenhändler erwerben sollte.



Grafikkarte für AGP-Slot

Funktionsweise von AGP-Grafikkarten

Der AGP oder Accelerated Graphics Port ist ein von Intel entwickelter Steckplatz für Grafikkarten. Eine AGP-Karte wird über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung mit der Northbridge des Chipsatzes verbunden. Während ein PCI-Slot maximal 133 MB/s übertragen konnte, waren mit der schnellsten AGP-Version AGPx8 ca. 2 GB/s möglich.

Die Idee bei AGP-Karten war, dass sie den begrenzten lokalen Speicher auf der Grafikkarte durch den Hauptspeicher erweitern konnten. Dazu wurde ein schneller Zugriff des Grafikchips auf den Hauptspeicher ermöglicht, um dort z. B. Texturdaten abzulegen. Das Verfahren stellte sich jedoch nach kurzer Zeit als zu langsam heraus und als Konsequenz wuchs mit jeder Grafikkarten-Generation die Größe des lokalen Grafikspeichers deutlich an.