



## Themengebiet 5: Client (und Server) vor Datenverlust schützen

Das nächste Kapitel beschäftigt sich mit verschiedenen Technologien, die in der EDV dazu eingesetzt werden, den Verlust von Daten zu verhindern. Die Technik kann in ähnlicher Form sowohl bei einem einzelnen Client wie auch in größerer Form im Serverbereich/Rechenzentrum zum Einsatz kommen.

### 1. RAID

"Redundant Array of independant discs"

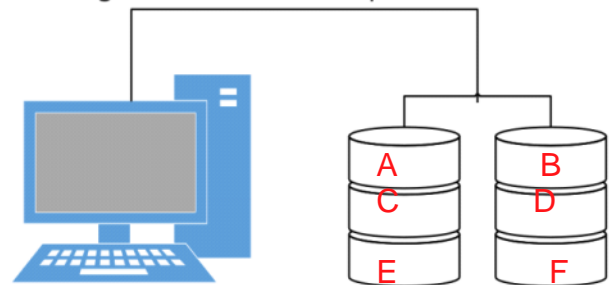
→ Verbund aus mehreren Festplatten /SSDs Daten werden auf diese strukturiert aufgeteilt, so dass ein Ausfall einer/mehrerer Platten verkraftet werden kann

Häufig genutzte RAID-Level sind **RAID 0, 1, 5, 6 und 10**. Daneben existieren noch etliche weitere RAID-Level, die z.B. in Sonderfällen zum Einsatz kommen können.

**RAID 0: Striping – Beschleunigung ohne Redundanz**

fällt eine Platte aus: alles weg  
! GEFÄHRLICH ! höheres Ausfallrisiko als bei einzelner Platte

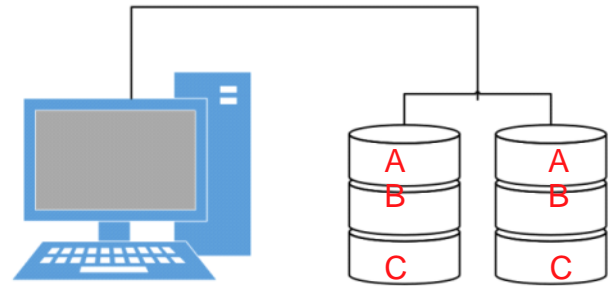
Bei RAID 0 fehlt die Redundanz, daher gehört es streng genommen nicht zu den RAID-Systemen. RAID 0 bietet gesteigerte Transferraten, indem die beteiligten Festplatten in zusammenhängende Blöcke gleicher Größe aufgeteilt werden, wobei diese Blöcke quasi im Reißverschlussverfahren zu einer großen Festplatte angeordnet werden. Somit können Zugriffe auf allen Platten parallel durchgeführt werden (engl. striping, was „in Streifen zerlegen“ bedeutet, abgeleitet von stripe, der „Streifen“). Fällt jedoch eine der Festplatten durch einen Defekt (vollständig) aus, kann der RAID-Controller ohne deren Teildaten die Nutzdaten nicht mehr vollständig rekonstruieren.



### RAID 1: Mirroring – Spiegelung

RAID 1 ist der Verbund von mindestens zwei Festplatten. Ein RAID 1 speichert auf allen Festplatten die gleichen Daten (Spiegelung) und bietet somit volle Redundanz. Die Kapazität des Arrays ist hierbei höchstens so groß wie die kleinste beteiligte Festplatte. Ein enormer Vorteil von RAID 1 gegenüber allen anderen RAID-Verfahren liegt in seiner Einfachheit.

hierbei höchstens so groß wie die kleinste beteiligte Festplatte.  
 Ein enormer Vorteil von RAID 1 gegenüber allen anderen RAID-Verfahren liegt in seiner Einfachheit. Beide Platten sind identisch beschrieben und enthalten alle Daten eines Systems, somit kann (die passende Hardware vorausgesetzt) normalerweise auch jede Platte einzeln in zwei unabhängigen Rechnern (intern oder im externen Laufwerk) unmittelbar betrieben und genutzt werden. Aufwändige Rebuilds sind nur dann notwendig, wenn die Platten wieder redundant betrieben werden sollen.



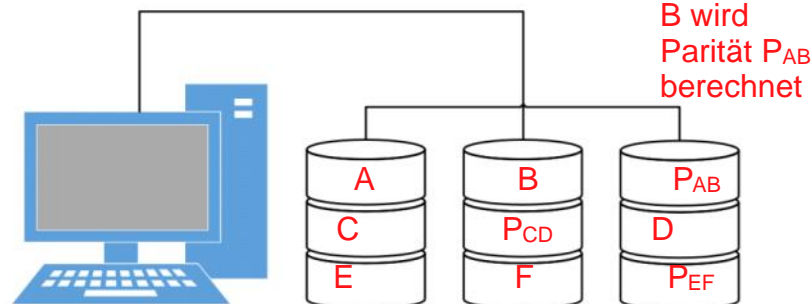
→ volle Redundanz, alle Daten sind auf allen Platten vorhanden

### RAID 5: Leistung + Parität, Block-Level Striping mit verteilter Paritätsinformation

RAID 5 verwirft das Prinzip der Spiegelung zu Gunsten eines Stripe-Sets mit verteilt gespeicherten Redundanzdaten (Parity-Informationen). Durch diesen ausgewogenen Kompromiss wird gute Performance bei gleichzeitig hoher Ausfallsicherheit erzielt. Nicht zuletzt deshalb ist RAID 5 vor allem im professionellen Umfeld sehr verbreitet.

RAID 5 lässt sich ab mindestens drei Festplatten einsetzen. Dabei ist der RAID-Controller für die Berechnung der Redundanzdaten zuständig. Zusätzlich wird ein Index dieser Redundanzdaten erzeugt und ebenfalls über alle Festplatten verteilt gespeichert. Fällt ein Laufwerk im Betrieb aus, erzeugt das System eine Warnung, arbeitet aber dennoch weiter. Erst wenn eine weitere Festplatte streikt, gehen alle Daten verloren. Das System ist in der Lage, die darauf gespeicherten Daten aus den Parity-Informationen zu errechnen und wiederherzustellen. Für die Dauer der Wiederherstellung arbeitet das RAID-5-Array mit verringerter Performance.

Bei RAID 5 hängt die insgesamt nutzbare Speicherkapazität von der Anzahl der verwendeten Laufwerke ab. Für die Speicherung der Parity-Informationen wird insgesamt die Größe eines Einzellaufwerks benötigt. Bei einem RAID-5-Array aus drei 250-GB-Byte-Festplatten stehen also lediglich 500 GByte für die Speicherung von Nutzdaten zur Verfügung.



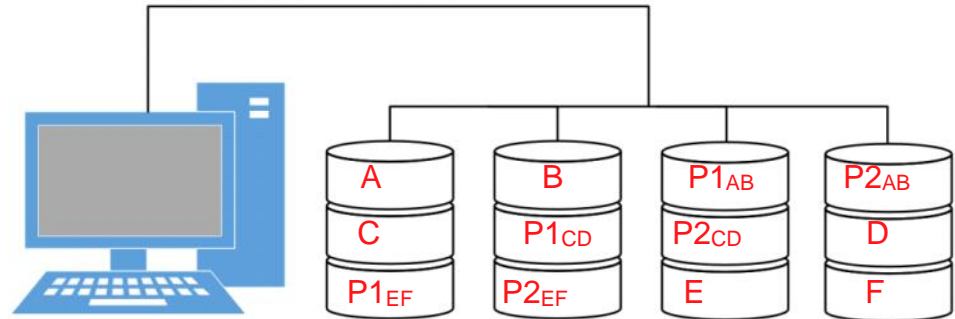
fällt eine der platten aus, so können die fehlenden Daten aus den anderen wieder berechnet werden

### RAID 6: Doppelte, verteilte Parität (double distributed parity)

RAID 6 funktioniert ähnlich wie RAID 5, verkraftet aber den gleichzeitigen Ausfall von bis zu zwei Festplatten. Es werden zwei Paritätsinformationen errechnet, die auf den zusätzlichen Platten

**RAID 6** funktioniert ähnlich wie RAID 5, verkraftet aber den gleichzeitigen Ausfall von bis zu zwei Festplatten. Es werden zwei Paritätsinformationen errechnet, die auf den zusätzlichen Platten verteilt werden. Dementsprechend werden mindestens 4 Festplatten benötigt, die Kapazität von 2 der Platten steht nicht für Daten zur Verfügung.

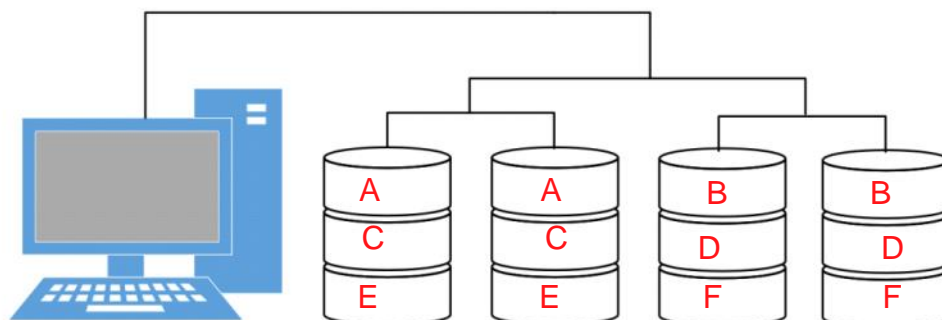
Die Berechnung der beiden Paritäten ist um einiges komplexer als die einfache XOR-Parität bei RAID5, allerdings ist die Datensicherheit wesentlich höher.



### RAID 10 und 01: Kombination aus Striping und Mirroring

RAID 10 und 01 kombinieren die Vorteile der Level 0 und 1, Performance und Redundanz. Benötigt werden für ein solches System mindestens vier (möglichst identische) Festplatten. Zusammen ergeben sie aber nur die Kapazität von zwei Laufwerken.

Die beiden Bezeichnungen 10 und 01 deuten auf den jeweiligen internen Aufbau des Arrays hin. Bei einem RAID-10-Array geht man von zwei Mirror-Arrays (RAID 1) aus. Die zwei so entstehenden logischen Laufwerke werden dann zu einem Stripe-Set (RAID 0) zusammengefasst.



Genau andersherum verhält es sich bei einem RAID-01-Array: Hier werden zwei Stripe-Sets (RAID 0) gespiegelt (RAID 1).

### Hot-Spare-Festplatte und Hot-Swap

0) gespiegelt (RAID 1).

### Hot-Spare-Festplatte und Hot-Swap

Hot-Swap: Möglichkeit, Festplatten im laufenden Betrieb auszutauschen bis zu ersetzen → unterbrechung

### Übersicht

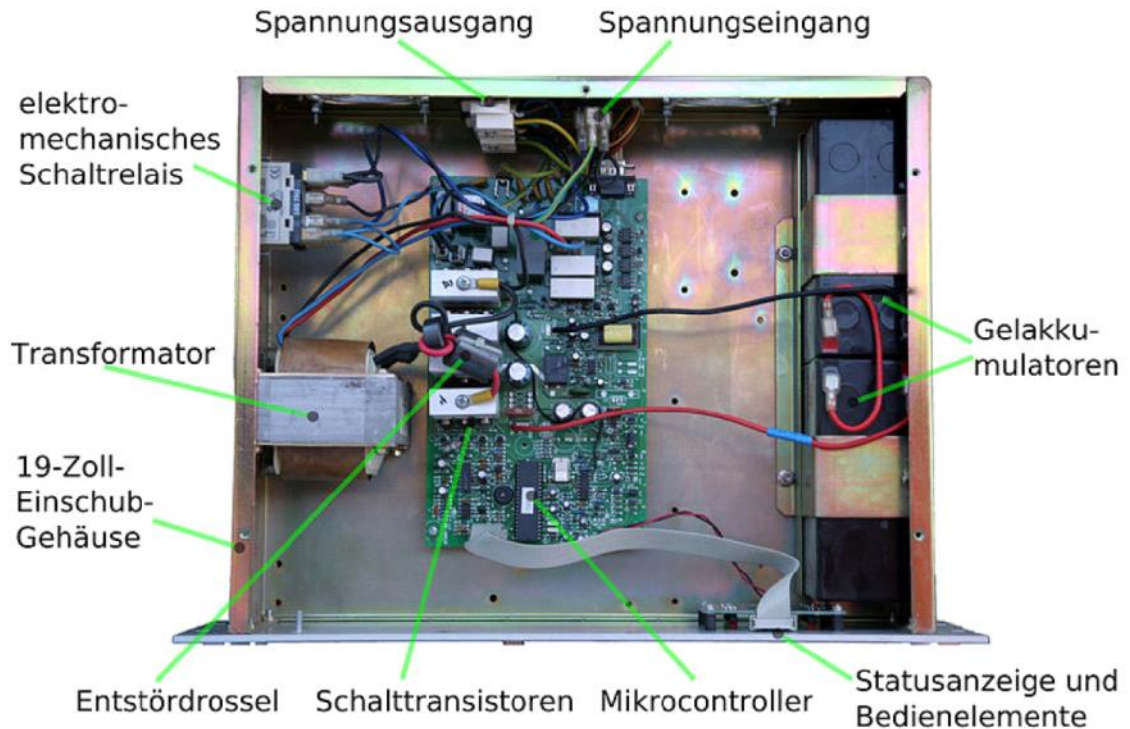
	RAID 0	RAID 1	RAID 5	RAID 6	RAID 10
(Mindest-) Anzahl an HDDs	2	2	3	4	4, nur paarweise erhöhbar
Verfügbare Kapazität (=K) (gesamt) k = Kapazität einer Platte	$n * k$	k	$(n-1)*k$	$(n-2)*k$	$(n-2) * k$
Maximaler Ausfall an HDDs	0	n-1	1	2	1 Beliebig, 2. nur, wenn "die richtige"

## 2. USV

Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV), englisch Uninterruptible Power Supply (UPS), wird eingesetzt, um bei Störungen im Stromnetz die Versorgung kritischer elektrischer Lasten sicherzustellen.

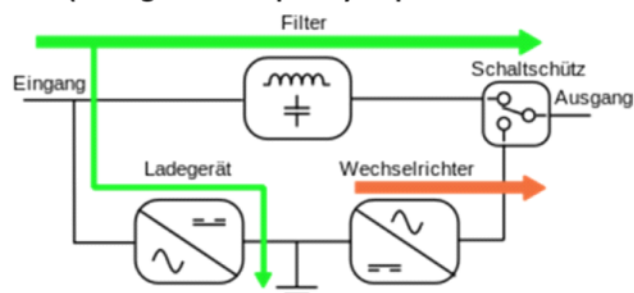
Computer in kleineren Rechenzentren werden bei einem Stromausfall automatisch heruntergefahren, bevor die Überbrückungszeit abgelaufen ist. Geöffnete Dateien, zum Beispiel sensible Datenbanken, werden so kontrolliert geschlossen, um Datenverlust zu verhindern. Server und USV kommunizieren zu diesem Zweck standardmäßig über Ethernet bzw. SNMP, vereinzelt aber auch über die Schnittstelle RS-232 oder auch über USB. Über diese Verbindung kann die USV auch überwacht, gesteuert und eingestellt werden. Bei einer Verbindung über Ethernet ist dazu üblicherweise keine spezielle Software, sondern lediglich ein Webbrowser notwendig. Die entsprechenden Funktionen sind in der Firmware der USV angelegt. Größere Rechenzentren haben Notstromgeneratoren; die Versorgung aus Akkumulatoren dient hier nur dem Zweck, die Zeit zu überbrücken, bis die Generatoren gestartet und auf Nennleistung gebracht wurden.





Man unterscheidet drei Arten von USV:

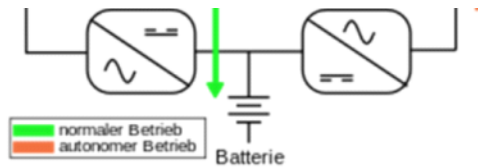
#### VFD (Voltage and Frequency Dependent bzw. Offline UPS/USV)



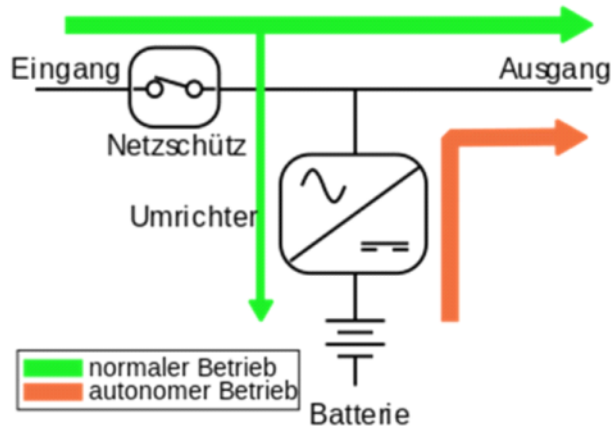
→ Akku wird bei Netzbetrieb geladen und kommt nur bei Stromausfall zum Einsatz

→ Umschalten auf Akku dauert im Fehlerfall ~ 10 - 20 ms

→ zu lange für kritische Systeme. Einsatz möglich NICHT im IT-Bereich sondern z.B. Notbeleuchtung



### VI (Voltage Independent bzw. Netzinteraktive UPS/USV)

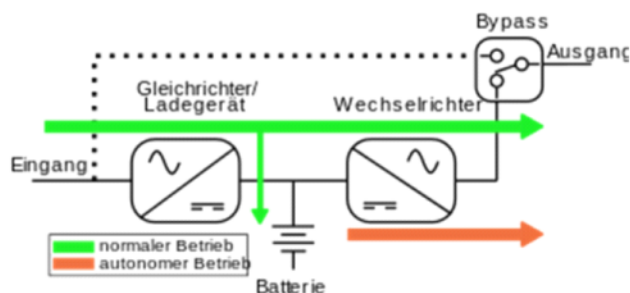


→ Umrichter wandelt bei Netzbetrieb Wechselspannung in Gleichspannung und lädt damit den Akku auf.

→ Im Fehlerfall wechselt die Stromflussrichtung, der Umrichter erzeugt Wechselspannung aus dem Akku  
Akku Umschaltzeit: 2-4 ms

Einsatz z.B. für einzelne Server, Switches, Router, NAS, etc...

### VFI (Voltage and Frequency Independent bzw. Online UPS/USV)



→ Strom durchläuft immer den Akku

→ Doppelte Wandlung:  
AC→DC→AC

→ KEINE Umschaltzeit

Einsatz: z.B. Rechenzentrum, OP-Saal

### Aus der IHK-Prüfung (GA1-FISI, Winter 2013-2014, Handlungsschritt 3)

Im Datenbankserver ist der RAID-5-Verbund ausgefallen. In diesem Zusammenhang sollen Sie einen neuen RAID-Verbund aufbauen, ein Restore der Daten durchführen und die USV ersetzen.

Im Datenbankserver ist der RAID-5-Verbund ausgefallen. In diesem Zusammenhang sollen Sie einen neuen RAID-Verbund aufbauen, ein Restore der Daten durchführen und die USV ersetzen.

a) Im RAID-5-Verbund des Datenbankservers ist am 30. Oktober 2013 um 14:36 Uhr eine von sechs Festplatten ausgefallen. Drei Minuten später fiel eine zweite Festplatte aus. Es kam daraufhin zu einem Systemausfall mit Datenverlust. Mit den noch funktionsfähigen Festplatten mit je 600 GiB und vier weiteren Festplatten mit je 750 GiB sollen Sie einen RAIDLevel-6-Verbund aufbauen.

Hinweis:

RAID-5 uses Block-Level-Striping with single distributed parity.

RAID-6 uses Block-Level-Striping with double distributed parity.

Ermitteln Sie die erreichbare Gesamtnettokapazität des RAID-6-Verbunds in GiB. Der Rechenweg ist anzugeben (6 Punkte)

[ b) Wiederherstellung nach Backup]

c) Es wird vorgeschlagen, auch die Auslagerungsdatei (Pagefile bzw. Swap-Partition) in das Restore mit einzubeziehen. Erläutern Sie, ob dieser Vorschlag sinnvoll ist. (3 Punkte)

d) Von einer externen Festplattenstation, die an eine Workstation angeschlossen ist, sollen Daten ins RAID des Servers übertragen werden. Die externe Festplattenstation (SSD-Festplatte) ist über SATA III Interface und eSATA an die Workstation angeschlossen. Das RAID im Server besteht aus HDDs mit SAS-II Interface, die an einem PCIe 2.1 x 2 RAID-Controller angeschlossen sind. Die Workstation und der Server befinden sich im gleichen "Gigabit-Ethernet" Subnetz. Erläutern Sie, welche Schnittstelle die Übertragungszeit bestimmt. (3 Punkte)

e) Aufgrund einer Systemerweiterung steigt die maximale Leistungsaufnahme des Servers auf 1.200 VA. Die angeschlossene USV wird nun fast mit ihrer Bemessungsleistung belastet und soll durch eine leistungsfähigere USV ersetzt werden. Die neue USV kann mit bis zu acht Akkupacks mit je 20 Ah bei 24 V betrieben werden. Die neue USV soll eine Leistungsreserve von 1.800 VA vorhalten und rechnerisch bei netzseitigern Stromausfall einen unterbrechungsfreien Betrieb über 60 Minuten bei halber Bemessungsleistung sicherstellen.

$$\text{Überbrückungszeit} = \frac{\text{Anzahl Akkupacks} \cdot \text{Kapazität je Akkupack} \cdot \text{Spannung}}{\text{Belastungsleistung}}$$

Ermitteln Sie die Anzahl Akkupacks, die für die neue USV erforderlich sind. Der Rechenweg ist anzugeben. (6 Punkte)

### 3. Rack, HE

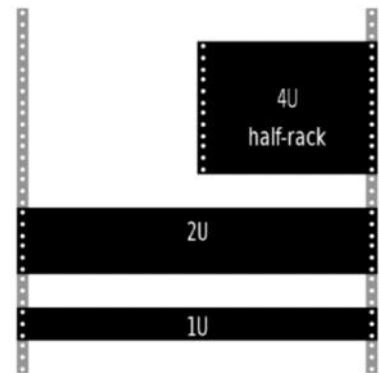
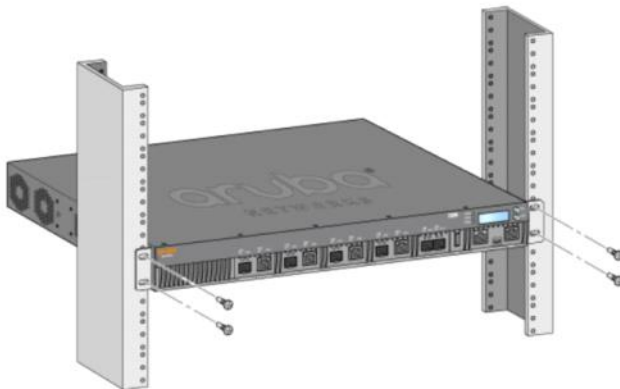
Eine Höheneinheit (englisch Unit, kurz U oder Rack Unit, kurz RU), kurz HE, ist eine für Elektronikgehäuse (englisch Rack) verwendete Maßeinheit zur Beschreibung der Höhe des Gerätes. Geräte mit einer Höheneinheit werden als "1HE" (oder "1U") bezeichnet, Geräte mit zwei Höheneinheiten als "2HE" usw.

1 HE entspricht 1,75 Zoll, bzw. 44,45 Millimeter.

Gerätegehäuse, die nach HE bemessen werden, sind zum Einbau in sogenannte 19"-Racks gedacht. Die Breite der 19"-Frontplatten

entspricht

482,6 mm. Die typische Höhe eines Racks beträgt 42HE.



Besondere Bedeutung kommt der HE in Rechenzentren zu. Dort werden die Rechner oft in 19"-Racks mit begrenzter Höhe betrieben und man zahlt bei der Unterbringung (Serverhousing) eines Gerätes unter anderem für die benötigten Höheneinheiten.

### 4. Bandlaufwerke, Tape-Libraries

Ein Bandlaufwerk oder Streamer ist ein Gerät zum Speichern von Daten auf Magnetbändern. Heutige Bandlaufwerke sind für professionelle Anwender und spezielle Typen von Magnetbandkassetten konzipiert und dienen im Allgemeinen der regelmäßigen Datensicherung mittlerer bis großer Datenmengen.

#### Linear Tape Open

LTO, ist eine Spezifikation für ½-Zoll-Magnetbänder und Bandlaufwerke.

Eine Besonderheit von LTO ist, dass es von Anfang an nicht als Lösung eines einzelnen Herstellers geplant war. So werden heute von über 30 Herstellern Magnetbänder und fast allen Robotikherstellern Autoloader und Libraries für LTO angeboten. Die aktuelle Generation „Ultrium 6“ kann pro Band unkomprimiert 2.500 GB speichern. Bei der Entwicklung der LTO-Ultrium-Bänder wurde speziell Rücksicht auf die Anforderungen der automatisierten Datensicherung genommen. So verfügen die Ultrium-Bänder über eine leichte Keilform sowie spezielle Aussparungen, die es einem Roboter erleichtern, das Band zu fassen. LTO-Ultrium-Tape-Libraries sind in den Größenordnungen von 1 TB bis knapp über 10 PB erhältlich.





