



Starnberg, im März 2011

Zum Hintergrund dieses Beitrages:

Die Datenspeicherung befindet sich derzeit technologisch in einer interessanten Entwicklungsphase und nicht zuletzt durch Enterprise-Flash (SLC) Solid-State-Disks sind neue Storageoptionen für das Rechenzentrum verfügbar.

Ich habe deshalb mit Herrn Kurt Gerecke* – langjährigen Speicherexperten der IBM in Deutschland - im Rahmen meines Besuchs anlässlich der Eröffnung des neuen Nanotechnologie-Zentrums der IBM in Rüschlikon bei Zürich exklusiv ein Gespräch zum Thema „Aktuelle Entwicklungstrends bei Storagetechnologien“ geführt, daß ich Ihnen hier wiedergeben möchte.

FRAGE:

Die Datenspeicherung entwickelt sich rasant weiter und immer mehr Datenmengen lassen sich auf kleiner werdenden Formfaktoren speichern... Können Sie uns bitte kurz einen Abriss zum derzeitigen technischen Entwicklungsstand der Festplatten-Technologie und deren weiterer Zukunft skizzieren?

Kurt Gerecke: Die Geschichte der Magnetplatten ist mit Abstand eine der innovativsten Entwicklungen unserer Zeit. Bedenkt man, dass die erste Disk 1956 eine Aufzeichnungsdichte von 310 Bits pro cm² abbildete und es heute eine 2 TB SATA Platte auf knapp 40 Milliarden Bits pro cm² bringt, ist es kaum vorstellbar, was hier entwicklungstechnisch passiert ist.

Die grossen kapazitiven Sprünge kamen vor allem in den letzten 12 Jahren, weil ab 1997 der erste GMR-Lesekopf (Giant Magneto Resistance) verfügbar wurde, der es erlaubte, bei großen Drehgeschwindigkeiten kleinste Streufelder auszulesen. Zu diesem Zeitpunkt war man bereits in der Lage, die induktiven Schreibköpfe so zu gestalten, dass Bits auf kleinstem Raum erzeugbar waren. Das Problem war das Auslesen! Wie sollte man diese kleinen Streufelder abgreifen? Mit GMR wurde das 1997 möglich. Vor drei Jahren wurde übrigens der Nobelpreis für Physik an Peter Grünberg von der KFA in Jülich und Albert Fert von der Universität in Paris vergeben, die 1988 den GMR-Effekt bei extrem niederen Temperaturen entdeckt hatten. Wir wissen, dass ohne diese Entdeckung die heutigen Festplattenkapazitäten nie möglich geworden wären.

1989 begann der IBM Forscher Stuart Parkin im IBM Labor Almaden in Kalifornien mit der GMR Produktumsetzung und dem Ziel, den Effekt auch bei normalen Temperaturen zu realisieren. Er erforschte mehr als 30.000 Materialkombinationen, um 1997 den ersten einsetzbaren GMR Lesekopf für Plattenlaufwerke zur Verfügung zu stellen. Alle drei Forscher wurde 1997 gemeinsam für die GMR Entwicklung mit dem Euro Physik-Preis ausgezeichnet. Das erste richtig einsetzbare GMR-Laufwerk hatte eine Kapazität von 9 GB und konnte in den 14 Folgejahren auf heute aktuell 2 TB Kapazität gesteigert werden.

Leider sind die Möglichkeiten von GMR jedoch heute nahezu ausgereizt, so dass aus meiner Sicht die Kapazitätssteigerungen auf 20-25% pro Jahr zurückgehen werden (im Gegensatz zu den bisherigen 60-80% Steigerung pro Jahr). Technologien wie HAMR (Heat Assistant Magnetic Recording), die das überwinden könnten, sind im Anfangsstadium und noch lange nicht Produktionsreif. Auch spielen die hohen Produktionskosten zur Einführung dieser möglichen neuen Technologie eine Rolle, die nicht unterschätzt werden darf.

Der hohe Preisverfall im derzeitigen Plattenmarkt wird sich aufgrund der fehlenden Kapazitätssteigerungen jedenfalls nicht so fortsetzen können, wie es in den letzten Jahren der Fall war. Hinzu kommt, dass alle Plattenhersteller aufgrund des Kostendrucks in der Zwischenzeit keine Möglichkeit mehr haben, zwei Formfaktoren zu bauen und auf Dauer parallel anzubieten (3 ½ Zoll und 2 ½ Zoll).

Die Zukunft gehört dem 2 ½ Zoll Laufwerk. Alle Plattensubsystemanbieter werden in den nächsten Monaten deshalb gezwungen sein, auf den 2 ½ Zoll - Faktor umzustellen. Konsequenz: Bereits in 2011 dürfte es schwieriger werden, noch 3 ½ Zoll Laufwerke zu beziehen.

FRAGE:

In einigen Fachmagazinen kann man schon lesen, dass Solid-State-Disk-Technik (SSD) die Festplatte ersetzen wird. Wird die konventionelle Magnetplatte bald aussterben?

***Kurt Gerecke:** Sicherlich nicht in den nächsten Jahren, auch wenn ein Großteil der Platten im Online Bereich durch neue Technologien wie SSD's ersetzt werden.*

Die Rolle und das Einsatzgebiet der Platten wird sich jedenfalls in den nächsten Jahren vom Online Umfeld in die Backup - Umgebung verschieben. Dort setzt man ja bereits heute verstärkt günstige SATA- und SAS-Platten als Plattenpuffer mit Tapes oder VTL's (Virtual Tape Librarys) ein, die unter RAID 6 betrieben werden, und dieser Trend wird sich verstärken. Am härtesten getroffen werden die teuren Fibre-Channel Platten, denen ich nicht mehr ein allzu langes Leben prognostiziere.

FRAGE:

Wie wichtig ist Solid-State-Speicher auf Basis Flash (NAND) in diesem Zusammenhang aus Applikationssicht und in wieweit wirkt sich der immer noch relativ hohe Anschaffungspreis auf die Akzeptanz dieser Technik aus?

Kurt Gerecke: Noch vor drei Jahren, als die ersten SSD's in die Plattensubsysteme ihren Einzug hielten, war der Preisunterschied zu den Magnetplatten gewaltig und lag bei rund 30%. Heute ist der Preisunterschied nur noch bei ca. 15% angesiedelt. Das ist zwar immer noch beträchtlich, aber SSD's werden langsam bezahlbar! Sie sollten allerdings in Subsystemen nur für Performance-optimierte Zwecke eingesetzt werden, solange dieser Preisunterschied besteht.

Fast alle SSD's sind heute mit NAND-Flash Technologie ausgestattet. NAND-Flash ist derzeit zwar weiterhin im Kommen, jedoch ist die Technologie immer noch teuer, die Kapazitäten für einen alleinigen Einsatz in Computern zu gering und sie machen in der Regel bereits nach 100.000 Lese- und Schreibzyklen schlapp. Diese relativ schnelle Materialermüdung ist zwar bei Consumer-Anwendungen unproblematisch, sie disqualifiziert die Module jedoch für den Einsatz als Haupt- sowie Pufferspeicher in Network- oder Stagesystemen. Auf dem Markt sehen wir auch verstärkt Hybrid-Lösungen, die eine herkömmliche Harddisk mit Flash-Modulen kombinieren, um einen schnelleren Datenzugriff zu ermöglichen.

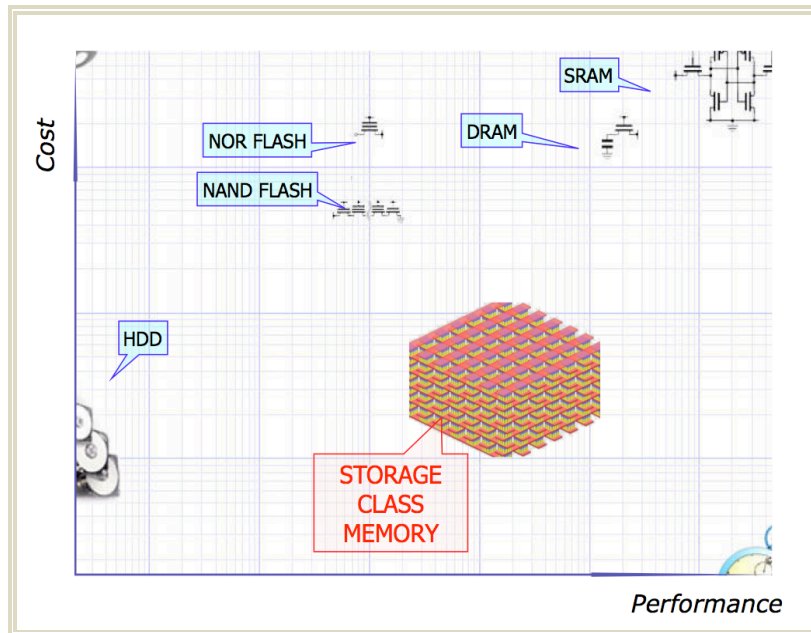
Die Flash-Memory-Technik dürfte aus meiner Sicht ein zukünftiges Opfer der Miniaturisierung werden. Neue Produktionsprozesse machen in Chips zwar immer kleinere Leiterbahnen möglich, beim Flash-Speicher ist nach aktuellen Forschungen jedoch bei 45 Nanometer Schluss. Darunter verhindern Streuverluste, dass sich ohne Stromzufuhr noch Daten speichern lassen. Diese Limitierung ist im Consumer Markt bereits heute erkennbar. Noch vor gut zwei Jahren ging es mit dem Flash Speicher schnell weiter. Von 2 GB ging es rasant in Richtung 4 GB, 8 GB, 16 GB und 32 GB. Betrachtet man das letzte halbe Jahr, hat sich bezüglich dieser kapazitiven Steigerungen nur noch wenig getan!

FRAGE:

Welche technologischen Alternativen bzw. Weiterentwicklungen sind aus IBM-Sicht in absehbarer Zeit (ca. 3-5 Jahre) zur NAND-Technologie realistisch?

Kurt Gerecke: Entwicklungstechnisch ist aus IBM-Sicht vor allem SCM zu nennen: Dem Begriff SCM, d.h. „Storage Class Memories“ werden neue Speichertechnologien zugeordnet, die zum einen von den Produktionskosten auf dem Niveau der Magnetplatten liegen und zum anderen die Leistungsfähigkeit nahezu von RAM Speichern (Random Access Memories) zugeordnet werden können.

Im Gegensatz zu RAM sind SCM's jedoch stromunabhängig (nicht-flüchtig). Zwei SCM-Technologien sind aus unserer Sicht besonders zukunftsträchtig: PCM's (Phase Change Memories) und die IBM- Racetrack Memories.



Bildquelle: IBM

Phase Change Memories sind sogenannte Phasenwechselfpeicher. Schon in den 1920er Jahren wurde beobachtet, dass sich die elektrische Leitfähigkeit durch eine Strukturänderung an einem Chalkogenid verändert. In den 1950er Jahren erforschte man die Halbleitereigenschaften kristalliner und amorpher Chalkogenide. In den 1960er Jahren fing man an, reversible phasenwechselnde Materialien auf ihre elektrischen und dann auch optischen Eigenschaften zu untersuchen.

1968 wurden erstmals Phase Change Memories als mögliches Speichermedium in Betracht gezogen. Jedoch war zu diesem Zeitpunkt die Technologie noch nicht soweit, um mit anderen Speichermedien wie RAM mithalten zu können. Die Chalkogenide wurden jedoch speziell in der optischen Speicherung weiter erforscht und fanden mit der CD-/ DVD-RW ihren Markt.

Dabei wird mit einem Laser ein Punkt auf einer CD erhitzt, sodass dieser seinen Zustand ändert (Amorph zu Kristallin und wieder zurück). Erst im Zuge dieser Entwicklungen wurden Materialien entdeckt, die bezüglich Schreibzeiten und -strömen in interessante Regionen kamen. Damit bekam auch die Phase-Change-Memory Entwicklung wieder Fahrt.

Beim Phase Change Memory wird das Chalkogenid im Gegensatz zur optischen Anwendung mit einem Stromimpuls zur Phasenänderung angeregt. Durch das Wechseln des Zustands ändert sich der elektrische Widerstand. Dabei kann zwischen zwei oder auch mehr Zuständen unterschieden werden und damit noch mehr in einer Zelle gespeichert werden.

PCM schließt technologisch dort an, wo NAND-Flash an die Grenzen der Machbarkeit stößt. Zusammen mit hoher Leistung und Zuverlässigkeit könnte PCM daher zur Basistechnologie für Universalspeicher in mobilen Applikationen werden, denn Phasenwechelspeicher sind wie Flash nicht flüchtig. Das bedeutet, sie merken sich die Informationen auch dann, wenn kein Strom zugeführt wird. Der PCM-Prototyp von IBM z.B. weist sehr vorteilhafte technische Werte auf: Er ist 500 Mal schneller als Flash beschreibbar und benötigt dabei nur die Hälfte an Energie. Zudem sind deutlich mehr Lese- und Schreibzyklen möglich und die Bauelemente sind mit einem Querschnitt von drei mal 20 Nanometer erheblich kleiner, als die kleinsten heute herstellbaren Flash-Speicher. Betrachtet man die schnelle Entwicklung bzgl. Schreib- und Lesegeschwindigkeiten eignet sich PCM auch als Ersatz für heute übliches RAM.

Noch viel mehr kann man sich den Einsatz von PCM in SSD's vorstellen. Der Begriff Solid State Disks hat sich so fest eingebürgert, dass wir voraussichtlich noch viele Jahre von SSD's reden werden. Was sich verändern wird, ist die Technologie im SSD. Werden heute NAND-Flash verwendet, könnte in zwei bis drei Jahren PCM den Ton angeben und das mit einer 30-fach höheren Leistungsfähigkeit und wesentlich höheren Kapazitäten. Die zweite, aus unserer Sicht sehr interessante Technologische Alternative sind sog. Racetrack-Speicher.

FRAGE:

Was genau verbirgt sich hinter dem Begriff „Racetrack Memories“?

Herr Gerecke: Nun, dem IBM Forscher Stuart Parkin war es zu verdanken, dass der GMR Effekt zu einem Produkt in Form eines GMR Lesekopfes umgesetzt wurde und er benötigte acht Jahre dazu. Ihm und seinem Team ist es letztlich damit auch zu verdanken, dass die hohen Festplattenkapazitäten von heute möglich wurden. Die letzten Jahre verbrachte Mr. Parkin damit, sich mit der Forschung an magnetischen Domänen in Nanodrähten zu beschäftigen. Daraus wurde der erste Prototyp eines Racetrack Memories entwickelt.

Das vollkommen neue Konzept beruht auf der Speicherung von Informationen in Form von winzigen, gegensätzlich magnetisierten Regionen - sogenannten Domänen - in einem Nanodraht. Bei der herkömmlichen als Speichermedium verwendeten Festplatte werden ja sowohl das Medium als auch der Schreib-/Lesekopf bewegt, um Daten zu lesen, schreiben oder zu löschen.

Anders beim „Racetrack-Verfahren“: Hier werden die magnetischen Domänen zu den zentralen Lese- und Schreibeinheiten, die in der Mitte des Nanodrahtes angebracht sind, hin verschoben – und dies mit extrem hoher Geschwindigkeit. Die gespeicherten Datenbits scheinen durch den Datenleiter zu „rasen“, daher der Name „Racetrack“.

Da ein einzelner „Racetrack“ nur wenige Nanometer groß ist und zwischen 10 und 100 Bits speichern kann, erlaubt die Technologie extrem hohe Speicherdichten. Im Vergleich zu Flash-Speichern könnte ein „Racetrack-Speicher“ eine 100-mal grössere Datenmenge auf derselben Fläche aufzeichnen. Das entspräche rund 500'000 Musiktiteln oder 3'500 Filmen. Durch den minimalen Stromverbrauch eines „Racetrack-Speichers“ könnte ein MP3 Gerät zudem wochenlang mit einer einzigen Batterie betrieben werden.

Darüber hinaus benötigt das Verfahren keine beweglichen Teile, wodurch nahezu keine Abnutzungs- oder Verschleißerscheinungen auftreten. Das macht den „Racetrack-Speicher“ widerstandsfähiger als alle existierenden Speichertechnologien und verleiht ihm eine quasi unbegrenzte Lebensdauer. Aufgrund der extrem hohen kapazitiven Möglichkeiten und der Leistungsfähigkeit, könnten die Racetrack Memories langfristig PCM in SSD-Konfigurationen ersetzen.

FRAGE:

Was ist eigentlich aus den vielversprechenden Ansätzen der Holographie geworden und wie beurteilen Sie die weitere Entwicklungen auf dem Gebiet der optischen Speicher?

Kurt Gerecke: *Die Holografic Versatile Disc, auch HVD genannt, wird bereits heute in Fachkreisen als Nachfolger der Blu-Ray Technologie gehandelt. HVD's haben eine Kapazität von bis zu 3.9 Terabyte und damit um ein Vielfaches mehr als die grösste heute zur Verfügung stehende Blu-Ray Platte mit 200 GB.*

Auch die Transferrate ist um ein Vielfaches höher und erreicht 1.0 Gbit/s im Vergleich zu 36 bzw. 72 Mbit/s bei der Blu-Ray Platte. Zudem ist die HVD dabei noch lange nicht ausgereizt und es sind neue Laufwerke mit noch höherer Rotationsgeschwindigkeit denkbar. Die Spezifikation für die HVD wurde im Dezember 2004 durch das TC44 Committee der Ecma International beschlossen. Bereits im Februar 2005 wurde die „HVD Alliance“ gegründet, um die Entwicklung der HVD voranzutreiben. Inzwischen gehören der Alliance über 20 Firmen an.

Als Speichermedium dient ein Photopolymer. Polymere, also Kunststoffe, sind lange Kettenmoleküle, die aus den immer gleichen Bausteinen bestehen. Sie haben gegenüber

Kristallen den Vorteil, nahezu unbegrenzt modifizierbar zu sein. Polymere sind extrem lichtempfindlich, hochtransparent und unempfindlich gegen Temperaturschwankungen. Sie verändern auch nach häufigem Auslesen ihre Leistungsfähigkeit nicht und sind ideal für die Laserbearbeitung. Nach der Bestrahlung mit Laserlicht verändern die lichtempfindlichen Moleküle im Polymer ihre Ausrichtung. An den belichteten Stellen lenkt das Material Licht stärker ab als an den unbelichteten Stellen. In dieser als Interferenzfeld gezielten Veränderung der molekularen Ordnung steckt die „holografische“ Information.

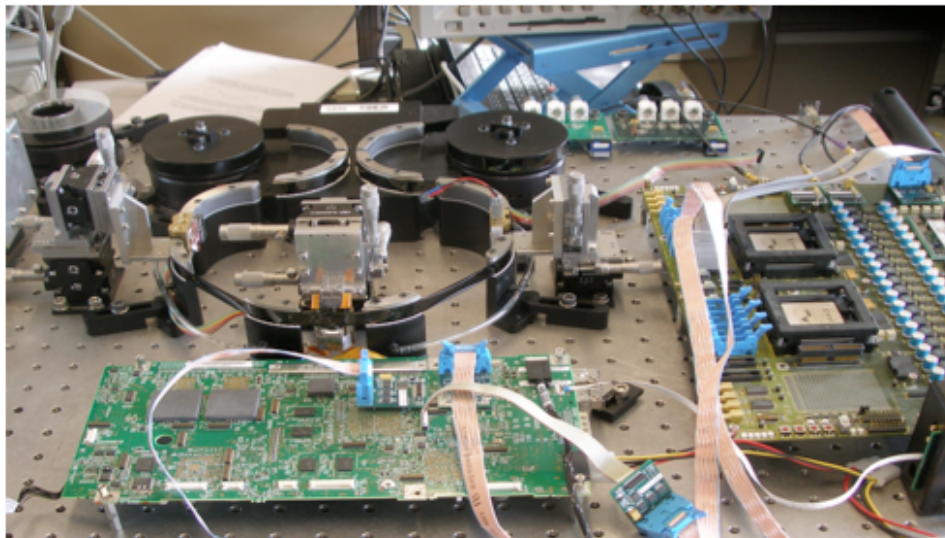
Da die Daten nicht als einzelne Bits sondern als ganze Bitmuster aufgezeichnet und gelesen werden, lassen sich mit einem einzigen Laser-„Blitz“ extrem viele Bits gleichzeitig abrufen. Je nach Polymerart und Polymerdicke können das mehrere hunderttausend Bits sein. Die Übertragungsraten könnten gigantisch werden. Ein Spielfilm, der heute auf eine DVD passt, könnte in etwa 30 Sekunden ausgelesen werden. Die grosse Speicherkapazität kommt daher, dass die Hologramme nicht nur auf die Oberfläche eines Speichermediums geschrieben werden, sondern in das gesamte Volumen. Neben dem kommerziellen Markt könnten HVD's in ein paar Jahren für die Archivierung im IT-Umfeld interessant werden und in Jukebox-Systeme als zusätzliche Archivierungslösung auf den Markt kommen.

FRAGE: Es kursiert verschiedentlich die Meinung, dass Tape langsam ein aussterbendes Medium repräsentiert und durch Festplatten ersetzt werden wird. Wie beurteilen Sie aus Sicht von IBM das weitere Entwicklungs- und Marktpotential von Tapes?

***Kurt Gerecke:** Tape hat als Medium im Vergleich zu allen anderen Speichermedien die längste Geschichte, die zurück geht bis 1952, das Jahr, an dem die erste externe Bänderleinheit von IBM auf den Markt gebracht wurde. Heute bietet Tape als Medium im Vergleich zu allen vorhandenen Technologien wie Platte, optische Speicher, RAM, Flashspeicher oder PCM's das höchste Entwicklungspotential bezüglich Kapazität und Leistung in den kommenden Jahren. Dies wird und wurde mit der konsequenten technischen Weiterentwicklung von Tape erreicht. Bereits mit der ersten Kassettentechnologie, der IBM 3480, wurde MP (Metall Partikel) Beschichtung eingeführt. Mit der IBM 3590 wurde 1999 Parity Aufzeichnung eingeführt, wo immer nach sieben Datenblöcken der dazu gehörige Parity Block mitaufgezeichnet wurde, was eine wesentlich höhere Fehlerkorrektur ermöglicht. Mit der Einführung von LTO im Jahr 2000 kam etwas ganz entscheidend Neues: die zeitgesteuerte Spurnachführung über Servobänder, die es erlaubt, die Schreib-/Leseköpfe exakt – selbst bei sehr dünnen Spuren – über dem Spurset zu führen. Dies führte zu einer Kapazitäts- und Leistungssteigerung von Faktor 20 in nur 10 Jahren (von 2000 bis 2010).*

Mit Einführung der IBM 3592 (Jaguar) Technologie im Jahr 2003 für den Enterprise-Bereich wurden Techniken aus der Plattentechnologie in die Bandlaufwerke übernommen. Eine neue Kopftechnik kommt zur Anwendung, die es erlaubt, in Verbindung mit der ersten Dünnschichtbeschichtung auf dem Medium, mit wesentlich höherer Induktion auf den Köpfen aufzuzeichnen und so wesentlich stabilere Bits auf dem Medium zu reflektieren. PRML (Partial Response Maximum Likelihood) wurde bei den Platten erstmals 1991 eingeführt und hält mit der IBM 3592 im Jahr 2003 Einzug in die Tape-Technologie. Neue Funktionen wie Virtual Backhitch kommen zum Tragen, die das Band im Laufwerk am "streamen" halten, auch wenn nur kleine Datenmengen zum Laufwerk transferiert werden.

Das Jahr 2008 schreibt Geschichte in der Tape Historie. Mit dem IBM TS1130 Laufwerk gelingt der erste Einsatz von GMR Leseköpfen, die inzwischen übrigens auch in den neuen LTO-5 Laufwerken verwendet werden. Jetzt ist die Basis von GMR auch bei Tape eingeführt und schafft völlig neue Möglichkeiten. Die Einführung von Dünnschichtbeschichtung und hochinduktiven Schreibköpfen lassen es zu, extrem dünne Spuren aufzuzeichnen. Dies geschieht so, dass eine relativ dicke Spur hochinduktiv vom Bandanfang bis zum Bandende erzeugt wird. Beim Zurückschreiben vom Bandende zum Bandanfang wird ein Teil der geschriebenen Spur wieder überschrieben. Mit dieser Überschreibtechnik, die auch als "Shingling" bezeichnet wird, ist es möglich hauchdünne Spuren zu erzeugen. Das Problem ist jetzt auch hier wieder das Auslesen. Wie können die kleinen magnetischen Streufelder auf einer so dünnen Spur wieder ausgelesen werden? Die Lösung hierfür sind die jetzt eingeführten GMR Leseköpfe. GMR Leseköpfe können selbst bei extrem hohen Geschwindigkeiten problemlos kleinste Streufelder abgreifen und auslesen. Damit ist eine neue Basis für die Tape-Weiterentwicklung geschaffen.

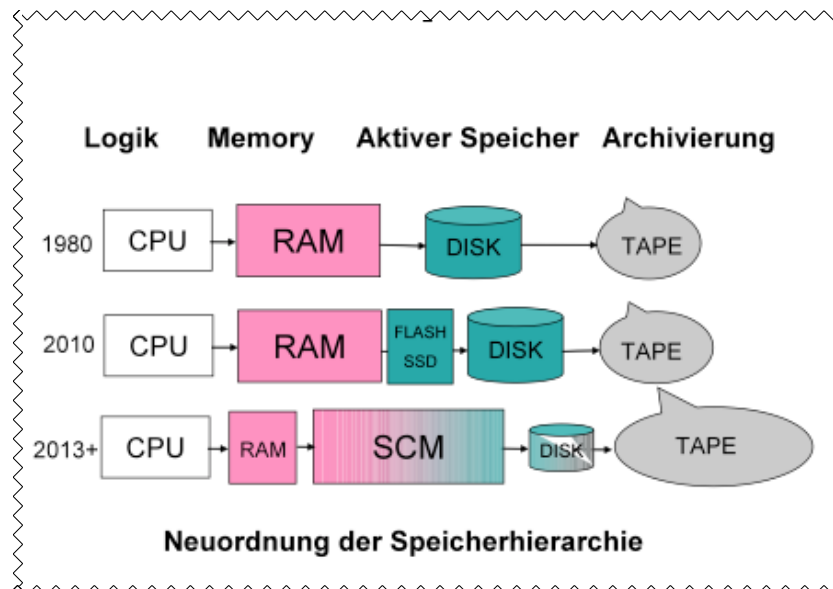


Demo 2010: 35 Terabyte auf einer Bandkassette

Bildquelle: IBM Almaden

Bereits im Mai 2006 stellte IBM den ersten Laufwerksprototyp mit GMR Technik vor, der Spuren mit 1.5 µm Breite und einer Kapazität von 8 TB aufzeichnete. Im Januar 2010 wurde von **IBM und Fuji** der Prototyp einer Bandkassette vorgestellt, die 35 Terabyte abspeichern kann. Beschrieben wurde das Band mit der in der Plattentechnologie verwendeten Perpendicular Recording Technik (senkrechte Bitanordnung). Die Beschichtung des Bandes besteht aus einer ultrafeinen Barium-Ferrit-Legierung, die unter Vakuum aufgesprüht wird, ohne aufwändige Metallaufdampfverfahren zu benötigen. Unter Verwendung der GMR-Technologie konnte die Spurbreite auf unter 25 nm und die Spurbreite auf unter 0.45 µm reduziert werden, also Faktor 25 im Vergleich zu den heutigen Tape Technologien. Im gleichen Zuge wurde bei diesem Versuch die Schreib-/Lese-Geschwindigkeit um Faktor 38 gesteigert. Während im Backup Umfeld immer häufiger Plattensysteme in Form von virtuellen Tape Libraries eingesetzt werden, verändert sich die Rolle von Tape vom Backup in Richtung Archivierung. Tape ist für die Langzeitarchivierung im Vergleich zu allen anderen Technologien am besten geeignet, was Haltbarkeit und Lagerfähigkeit betrifft und Tape benötigt keinen Strom, wenn die Kassette einmal beschrieben ist. Der Archivierungsbereich ist genau das Umfeld, wo in den nächsten Jahren extrem steigende Kapazitäten erforderlich werden. Tape hat nach meiner Meinung das Zeug dazu und wir können damit einer „Tape Renaissance“ entgegensehen.

Tape wird aber meiner Meinung nach noch andere Anwendungsfelder erobern: Mit der Ankündigung von LTO5 führte IBM **ein LTFS (Long Term File System) ein, das Tape als Filesystem** darstellt. Wird das Tape geladen, verhält es sich wie ein USB-Stick mit eigener Directory, ohne dass Backup Applikationen erforderlich sind, um das Tape zu bearbeiten. Tape könnte damit in der Zukunft für Plattenemulationen und für Anwendungen eingesetzt werden, die mit Metadaten auf die tatsächlichen Daten referenzieren. Erste Anwendungen finden sich hierzu bereits in der Filmindustrie.



Bildquelle: IBM, 2011

Fazit und Zusammenfassung des Gesprächs:

Folgt man der hier vorgestellten Argumentation und den beschriebenen möglichen Entwicklungen, so wird die Speicherhierarchie im Laufe der nächsten Jahre eine grundlegende Neuordnung bekommen können und sich dementsprechend den neuen Technologien und technischen Weiterentwicklungen anpassen. So könnten Magnetplatten, die heute vorrangig im Online Bereich eingesetzt werden, durch SSD's, die heute mit Flash ausgestattet sind und morgen vielleicht mit SCM's (Storage Class Memories) bestückt sind, verdrängt werden. Die Rolle der Magnetplatten verschiebt sich schon heute noch stärker vom Online-Bereich in das Backup- Umfeld. Dieser Trend wird derzeit durch den verstärkten Einsatz von VTL's (Virtual Tape Libraries) sichtbar. Tape kann nach den möglichen Entwicklungspotentialen als Datenträger in ganz neue kapazitive Regionen vordringen, denn riesige Kapazitäten werden auf einer kleinen Kassette möglich. Tape bietet jedoch noch weitere Vorteile: Eine Haltbarkeit der Daten von 30 Jahren und mehr ist realisierbar und das Medium selbst ist ja ein stromloser Datenträger. Deshalb verschiebt sich wie gesehen die Rolle von Tape immer mehr vom Backup in Richtung *energieeffizienter Archivierung und Langzeitdatenhaltung* und bleibt nach dieser Logik zukünftig ein fundamental wichtiges Element in der Speicherhierarchie.

Die Entwicklung von Speichertechnologien wird jedenfalls in den nächsten Jahren ein sehr spannendes Thema bleiben und es sieht so aus, als würde die Nanotechnologie auch in der Speichertechnik ihren erfolgreichen Einzug halten und Speicherchips ermöglichen, welche die Grenzen heutiger Kapazitäten (Speichermengen, Miniaturisierung, Stromverbrauch) deutlich sprengen.



Foto: K. Gerecke, IBM

** Kurt Gerecke arbeitet für IBM seit 1978 und ist dort im Bereich Speichertechnologien bereits seit 29 Jahren tätig. Er ist nach eigenen Aussagen damit der älteste IBM Storage Mitarbeiter in Europa. Der diplomierte Physiker ist neben seiner Tätigkeit als Certified Storage Consultant aber auch als Autor des gedruckten IBM System Storage-Kompodium hervorgetreten, das in deutscher Sprache verfügbar ist und IBM's Storage Geschichte von 1952 bis heute ausführlich beschreibt. Mehr Informationen hierzu finden Sie auch unter > ibm.com/systems/de/storage*