

### **Eine historische Betrachtung**

Hitachi Global Storage Technologies gründet auf den Stärken zweier Pioniere auf dem Gebiet der Festplattenlaufwerke – IBM und Hitachi. Von diesen beiden Unternehmen kam die Mehrzahl der Entwicklungen im Festplattensektor, die 1956 mit der Einführung des Magnetplattenspeichers ihren Anfang nahmen. Heute ist die Speicherung von Daten auf Festplattenlaufwerken die wichtigste Massenspeicher-Technologie bei Computern. Systeme wie Lochkarten und Magnetbänder wurden ersetzt und letztlich der Einsatz von Computern für komplexe Abläufe erst möglich.

Seit 1956 das erste Computer-Plattenspeichersystem eingeführt wurde sind Plattenlaufwerke erheblich in der Größe geschrumpft, während sich ihre Speicherkapazität um mehr als das 36.000fache vergrößert hat. Die ursprüngliche, von IBM entwickelte RAMAC-Speichertechnologie – eine rotierende Magnetplatte mit einem Lesekopf für den direkten Datenzugriff – wird heute noch angewandt.

In ihren Forschungslaboratorien haben IBM und Hitachi zahlreiche Entwicklungen im Bereich der Speichertechnologien hervorgebracht.

- Die erste Speichereinheit mit Wechselplatten brachte das schnelle Ende der Lochkarten-Ära.
- Erhebliche Steigerungen bei der Datenspeicherdichte mit MR- (MagnetoResistive) und GMR-Köpfen (Giant MagnetoResistive).
- Entwicklung von Schreibköpfen mit der branchenweit höchsten Zuverlässigkeit und Leistung, mit Magnetpolmaterialien mit der weltweit höchsten Sättigungsinduktivität, den fortschrittlichsten Lithographie-Technologien für die Herstellung feinerer Lesekopf-Strukturen und fortschrittlichen Sensor-Technologien wie Dual Spin-Valve-Köpfe und TMR (Tunneling Magneto-Resistive)-Köpfe.
- Hitachi führte 9,5-Zoll-Platten ein, während der gängige Standard bei 14 Zoll lag. Die 9,5-Zoll-Platte, zum Zeitpunkt ihrer Einführung die kleinste der Welt, bot die höchste Aufzeichnungsdichte, die höchste Zuverlässigkeit und den geringsten Stromverbrauch in der Computerbranche.

- Hitachi erreichte erhebliche Steigerungen bei der Zugriffsgeschwindigkeit. Das Unternehmen entwickelte das Festplattenlaufwerk mit der weltweit höchsten verfügbaren Drehzahl (12.000 U/min bei 2,5-Zoll-Platten), was eine branchenweit führende Subsystem-Leistung ermöglichte.
- Im Mai 2001 führte IBM „Feenstaub“ (Pixie Dust) ein, den neuesten, branchenführenden Durchbruch in der Speichertechnologie. Das neue Material, ein antiferromagnetisch gekoppeltes Trägermedium (AFC-Medium), war zu jenem Zeitpunkt in der Lage, die Flächendichte von Festplatten-Produkten auf 100 Milliarden Bits/Quadratzoll zu vervierfachen.
- Hitachi präsentierte im April 2002 die „vertikale Aufzeichnung“, den neuesten, Durchbruch des Unternehmens in der Speichertechnologie. Die neue Aufzeichnungstechnologie – ein vertikales Aufzeichnungssystem mit unter Einsatz der Elektronenstrahl-Lithographie hergestellten TMR-Köpfen, senkrecht gelagerten Zweischicht-Medien und fortschrittlichen Signalverarbeitungstechnologien – war zum Zeitpunkt ihrer Einführung in der Lage, die Flächendichte auf einen Wert von 100 Milliarden Bits/Quadratzoll zu verdreifachen.
- Mit Kapazitäten zwischen 340 MB bis 4 GB auf einem einzigen Laufwerk mit einem Plattendurchmesser von einem Zoll bietet die Microdrive-Produktfamilie leistungsfähige und kostengünstige individuelle Speicherlösungen mit einem standardmäßigen Compact Flash Type II-Formfaktor. Das Hitachi Microdrive ist mit einem Zoll Durchmesser das kleinste Festplattenlaufwerk der Welt und bietet ungeschlagene Speicherkapazitäten für die Hersteller portabler elektronischer Geräte.

Mit dem Beginn des Dritten Jahrtausends gibt es einen unstillbaren Bedarf an Speicherkapazität. Verbraucher nutzen und archivieren immer mehr Bilder, Videos, Filme und weitere Multimedia-Inhalte mit immer höheren Ansprüchen an Speicherdichte, Leistung und Zuverlässigkeit. Hitachi arbeitet weiter an Verfahren zur Erhöhung von Flächendichte, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit. Die Technologien der Zukunft sind die diamantähnliche C-Beschichtung, vertikale Aufzeichnung, Medien mit strukturierter Oberfläche und temperaturgestützte Aufzeichnung.

## **Meilensteine**

### **1956**

IBM führt das 305 RAMAC (Random Access Method for Accounting and Control) ein, das

erste magnetische Festplatten-Speichersystem der Welt. Das RAMAC speicherte fünf Megabytes (MB) an Daten, hatte die Ausmaße von zwei großen Kühlschränken und kostete 10.000 US-Dollar pro MB. Das Gerät konnte fünf Millionen Zeichen auf 50 Platten speichern, von denen jede einen Durchmesser von 24 Zoll hatte. Jede Platte konnte den Inhalt von 25.000 Lochkarten aufnehmen.

### **1961-1970**

- IBM erfindet das erste Plattenlaufwerk mit einem Kopf pro Platte und luftgelagerten Köpfen.
- IBM führt die erste Speichereinheit mit Wechselplatten ein, das System 1311. Jeder „Disk Pack“ speichert über zwei Millionen Zeichen und ermöglicht es den Anwendern, die Dateien für verschiedene Anwendungen problemlos zu wechseln.
- Datenbank- und Datenkommunikationsanwendungen wie Flugbuchungen und Online-Bankgeschäfte, die den Zugriff auf große Datenvolumen erfordern, werden mit der Einführung der IBM 2314 Direct Access Storage Facility möglich.
- IBM führt das erste Festplattenlaufwerk mit einem Wickelspulen-Ferrit-Schreibkopf ein.
- Hitachi entwickelt ein Magnetbandgerät mit 120 KB/s (800 Bits/Zoll).
- Hitachi führt das Festplattenlaufwerk H-8564 ein. Jeder „Disk Pack“ speichert über sieben Millionen Zeichen.
- Mit der Einführung der 3330 Servo Feedback Technology von IBM können Daten dichter als je zuvor gespeichert werden. Die Verwendung eines Fehlerkorrekturcodes erhöht die Verfügbarkeit von Daten und die Effizienz des Fertigungsprozesses.

### **1971-1980**

- IBM bringt die branchenweit erste flexible Magnet-Diskette auf den Markt und leitet damit das Zeitalter der portablen Daten und des Desktop-Computing ein. Die „Floppy Disk“ vereinfacht die Handhabung von Daten in hohem Maße und erfährt als Speichermedium für kleine Systeme eine weite Verbreitung.

- IBM führt das 3735 Programmable Buffered Terminal ein, die erste luftgepolsterte Festplatte, die in einem Speicherprodukt verwendet wurde.
- Hitachi bietet ein Festkopf-Festplattenlaufwerk mit 400 KB an.
- Hitachi führt ein Hochleistungslaufwerk mit Mangan-Zink-Ferrit-Köpfen ein.
- Das IBM 3340 Festplattenlaufwerk steht am Anfang einer fortschrittliche Kopf- und Plattentechnologie ein, die unter dem Namen „Winchester“ bekannt wird. Es ist das erste Laufwerk mit Low-Mass-Köpfen, luftgepolsterten Platten und versiegeltem Gehäuse. Das 3340 verfügt über einen kleineren, leichteren Lese-Schreibkopf, der sich näher über der Plattenoberfläche bewegt, auf einem Luftfilm mit einer Stärke von 18 millionstel Zoll. Das 3340 verdoppelt die Dichte von IBM-Speicherplatten auf fast 1,7 Millionen Bits pro Quadratzoll.
- IBM patentiert die magnetoresistive Kopfkonstruktion mit „soft-adjacent layer“, die zum ersten Mal Signaleigenschaften bietet, wie sie heute für alle Speicherprodukte zwingend erforderlich sind.
- Hitachi entwickelt Festplattenlaufwerke mit großer Kapazität, 200 und 317,5 MB/Spindel, und ein Floppy-Disketten-Laufwerk für doppelseitiges Beschreiben mit doppelter Schreibdichte (1 MB/Einheit).
- Hitachi bietet ein 14-Zoll-Laufwerk mit beweglichem Kopf und 21,7 MB und entwickelt eine Floppy-Disk I/O-Einheit mit zwanzig 8-Zoll-Disks/Stapel.

### **1981-1990**

- IBM führt die „Thin Film“-Kopf-Technologie ein, die es dem Festplattenlaufwerk 3380 ermöglicht, Daten mit einer Geschwindigkeit von drei Millionen Zeichen pro Sekunde zu lesen und zu schreiben. Dies ist das erste kommerzielle Gerät, das eine so hohe Datenrate erzielt. Der Thin-Film-Lese-Schreibkopf eines IBM 3380 Laufwerks bewegt sich zwölfmillionstel Zoll über der Plattenoberfläche, vergleichbar mit einem Großraumflugzeug, das einen zwanzigstel Zoll über der Oberfläche eines Sees fliegt, ohne das Wasser zu berühren. Mit einer Speicherkapazität von zwölf Millionen Bits pro Quadratzoll bedeutet das 6.000 Mal mehr Speicherkapazität pro Quadratzoll als das ursprüngliche RAMAC-Laufwerk.

- Hitachi erhält den *Excellent Technology Prize* der *Japan Society of Mechanical Engineers* für seine Technologie der Magnetplatten-Einheiten.
- Hitachi bringt ein 8-Zoll-Laufwerk mit beweglichem Kopf, 40 MB Kapazität, und eine energiesparende, platzsparende Magnetbandeinheit mit 780 KB/s (6250 Bits/Zoll).
- Der Hochleistungs-Cache-Speicher wird mit der IBM 3880 Storage Control eingeführt: Der Cache oder Pufferspeicher ist ein erweiterter, integrierter Systemansatz, der sowohl Hardware als auch Software verwendet. Die 3880 verschiebt häufig genutzte Daten für den Hochgeschwindigkeitszugriff durch den Prozessor vom Plattenspeicher in einen Halbleiterspeicher.
- Das IBM 3380 D/E Festplattenlaufwerk wird eingeführt. Als Festplattenlaufwerk mit der seinerzeit größten Kapazität bietet das 3380E fünf Gigabyte Speicherkapazität.
- Hitachi bietet ein Festplattenlaufwerk mit der hohen Kapazität von 5 GB an, das ein Medium mit der bis dato härtesten Beschichtung verwendet und die weltweit höchste Zuverlässigkeit bietet.
- Hitachi führt ein 5,25-Zoll-Festplattenlaufwerk mit einer Kapazität von 171 MB ein, das Medien mit aufgespritzter Feinfilmschicht verwendet.
- Hitachi führt ein Festplattenlaufwerk mit einer Kapazität von 15 GB ein, das Medien mit aufgespritzter Feinfilmschicht mit 9,5 Zoll verwendet und den weltweit geringsten Platz- und Energiebedarf hat.
- Mit der Einführung der Festplattenlaufwerke 3380 J und K mit Dreifachkapazität und der 3990 Storage Control erhält der Begriff der Speicher-Subsystem-Synergie eine neue Bedeutung. Das Festplattenlaufwerk 3380 J/K und die 3990-Modelle 2 und 3 bieten allerdings noch eine weitere Innovation auf dem Gebiet der Festplattenlaufwerke: Vierwege-Datenübertragung. Der erweiterte Funktionsumfang der Steuereinheit umfasst auch Fast-Write und Dual Copy für die Festplatte.
- Hitachi liefert ein 3,5-Zoll-Festplattenlaufwerk mit einer Kapazität von 251 MB sowie eine 5,25-Zoll-Version des gleichen Laufwerks mit 780 MB.

## 1991-2000

- Das IBM 3390 Model 3 erhöht die Kapazität einer einzelnen Festplatte auf 34 Gigabyte und bietet bis zu 180 Gigabyte in einem 3990/3390 Speicher-Subsystem.
- Hitachi-Forscher stellen im Labor mit MR-Köpfen und einem Zweistufen-Aktuator eine Flächendichte von 2 Milliarden Bits pro Quadratzoll (2 Gbits/Quadratzoll) her und schaffen somit ein Potenzial, das 40 Mal höher als die Flächendichte der damaligen Festplattenlaufwerke ist – eine Dichte, die vorher für unmöglich gehalten wurde.
- Hitachi patentiert seine TMR-Köpfe.
- Hitachi-Forscher stellen im Labor mit Scanning Tunneling Microscopy (STM) eine ultrahohe Dichte von „2 Peta-Bit“ pro Quadratzoll (2 Pbits/Quadratzoll = 2 Milliarden Bits/Quadratzoll) her und schaffen somit ein Potenzial, das 40 Millionen Mal höher als die Flächendichte der damaligen Festplattenlaufwerke ist – eine Dichte, die vorher für unmöglich gehalten wurde.
- IBM führt die ersten Festplattenlaufwerke mit magnetoresistiven (MR)-Schreibköpfen ein, in Form des 3,5-Zoll-Laufwerks 0663-E12 mit 1 GB, das die höchste derzeit erhältliche Flächendichte bietet. Die hohe Flächendichte, die mit den MR-Köpfen erreicht werden kann, ermöglicht Festplattenlaufwerke mit einer maximalen Speicherkapazität und einem Minimum an Komponenten, Köpfen und Platten, was zu geringeren Speicherkosten, einem geringeren Energiebedarf und einer höheren Zuverlässigkeit führt.
- Hitachi entwickelt ein 3,5-Zoll-Festplattenlaufwerk mit einer Kapazität von 4,3 GB und ein 5,25-Zoll-Laufwerk mit 3700 MB.
- Hitachi entwickelt ein Festplattenlaufwerk mit einer Kapazität von 90 GB und verwendet dabei die kleinsten 6,5-Zoll-Feinfilmm-Platten der Welt sowie einen rückstoßfreien Aktuator.
- IBM führt eine Hightech-Demonstration von MR-Köpfen durch, die eine Flächendichte von 3 Milliarden Daten-Bits pro Quadratzoll Plattenoberfläche (3 Gbits/Quadratzoll) erreichen – ein neuer Rekord.

- IBM führt das erste 3,5-Zoll-Festplattenlaufwerk mit einer MTBF (Mean Time Before Failure) von einer Million Stunden ein. Die neuesten Mitglieder der IBM Ultrastar™-Familie verwenden die ID-lose Sektorformatierung und fortschrittliche MR-Kopf-Technologien der dritten Generation mit einer Speicherkapazität von bis zu 10,8 GB in einem 1,6-Zoll-Gehäuse.
- Hitachi beginnt mit der Auslieferung von 2,5-Zoll-Laufwerken mit einer Kapazität von 1,8 GB sowie von 3,5-Zoll-Festplattenlaufwerken mit einer Kapazität von 4,3 GB/Einheit.
- IBM-Forscher demonstrieren eine Flächendichte von 5 Milliarden Bits pro Quadratzoll (5 Gbits/Quadratzoll) im Labor.
- Das IBM Travelstar wird das erste 2,5-Zoll-Laufwerk mit Load/Unload-Technologie, einem Mechanismus, mit dessen Hilfe die Köpfe von der Oberfläche der Platten gehoben und außerhalb der Platten geparkt werden; auch der Aktuator bewegt sich außerhalb der Platten.
- Hitachi liefert ein 2,5-Zoll-Laufwerk mit hoher Kapazität von 3,2 GB sowie ein 3,5-Zoll-Festplattenlaufwerk mit 4,3 GB aus.
- Hitachi führt ein Festplattenlaufwerk mit 12.000 U/min und einem Formfaktor von 3,5 Zoll ein, das 2,5-Zoll-Dünnschichtplatten verwendet. Das Laufwerk bietet die weltweit höchste Zugriffsgeschwindigkeit und die höchste Subsystem-Leistung.
- Die von Wissenschaftlern bei IBM Research entwickelten Giant Magnetoresistive (GMR)-Köpfe werden in der IBM Deskstar 16GP eingesetzt, einem 16,8-GB-Laufwerk, das achtmal mehr Daten speichert als ein durchschnittliches Desktop-Festplattenlaufwerk.
- IBM führt das Microdrive ein, das kleinste und leichteste Festplattenlaufwerk der Welt, das die Mobilgeräte-Branche für PDAs, Digitalkameras, Laptops und MP3-Player revolutioniert.
- IBM-Forscher stellen einen neuen Weltrekord bei der Speicherdichte von Festplattenlaufwerken auf, indem sie bei einer Labordemonstration 20 Milliarden Bits (20 Gigabits) pro Quadratzoll lesen und schreiben. Der neue Rekord erhöht

die Marke um mehr als das Dreifache dessen, was zu diesem Zeitpunkt auf dem Markt erhältlich ist.

- IBM stellt einen neuen Weltrekord bei der Speicherdichte von Festplattenlaufwerken auf, indem man bei einer Labordemonstration 35,3 Milliarden Bits (35,3 Gigabits) pro Quadratzoll liest und schreibt – eine Steigerung von 75 Prozent gegenüber dem Meilenstein von 20 Milliarden Bits, der weniger als fünf Monate zuvor erreicht wurde.
- IBM verdreifacht die Kapazität – jedoch nicht die Größe! – des kleinsten und leichtesten Festplattenlaufwerks der Welt von 340 Megabytes auf 1 Gigabyte. Das 1-GB-Microdrive kann bis zu 1.000 Fotos mit hoher Auflösung, 1.000 200-Seiten-Romane oder fast 18 Stunden Musik in CD-Qualität speichern – in einem Gehäuse, das kleiner ist als ein Streichholzbriefchen.
- Präsident Clinton verleiht IBM im Jahre 2000 die National Medal of Technology für seine innovative und führende Rolle bei der Entwicklung von Produkten zur Datenspeicherung.

## **2001-heute**

- Im Mai 2001 führte IBM „Feenstaub“ („pixie dust“) ein, den neuesten, branchenführenden Durchbruch in der Speichertechnologie. Das neue Material, ein antiferromagnetisch gekoppeltes Trägermedium (AFC-Medium), vervierfacht die Flächendichte von Festplatten-Produkten auf 100 Milliarden Bits/Quadratzoll, eine Dichte, die zuvor für unmöglich gehalten wurde.
- Hitachi-Forscher demonstrieren im Labor die vertikale Aufzeichnung von 100 Milliarden Bits pro Quadratzoll (100 Gbits/Quadratzoll) unter Einsatz von mit Elektronenstrahl-Lithographie hergestellten TMR-Köpfen, senkrecht gelagerten Zweischicht-Medien und fortschrittlichen Signalverarbeitungstechnologien. Das neue System bewies, dass eintausend Milliarden Bits pro Quadratzoll (1 Tb/Quadratzoll) bei Festplattenlaufwerken möglich sind – eine Dichte, die vorher als extrem schwierig umsetzbar galt.
- Der San Jose City Council erklärt den Standort, an dem IBM Pionierarbeit auf dem Gebiet der Datenspeicherung auf Computern geleistet hat – 99 Notre Dame in San Jose, Kalifornien –, zum historischen Wahrzeichen.



- Hitachi erhält den Excellent Technology Prize der Japan Society of Mechanical Engineers für schnelle und hochdichte Positionierungstechnologie für magnetische Festplattenspeicher.
- Nach fast 50 Jahren der Entwicklung auf dem Gebiet der Festplattenlaufwerke wurde Hitachi Global Storage Technologies 2002 als strategischer Zusammenschluss der Speichertechnologie-Sparten von IBM und Hitachi gegründet.
- Im 2. Quartal 2006 wird das erste Festplattenmodell mit der neuen Aufzeichnungstechnologie Perpendicular Recording auf den Markt gebracht. Bei einer Aufzeichnungsdichte von 131.5 Gbits/Quadratzoll ist eine Kapazität von 160 GB möglich.
- Anfang 2007 wird die erste 1 TB Festplatte der Welt in Mustern ausgeliefert. Die Volumenproduktion startet kurz darauf im 2. Quartal 2007