

Die Entwicklung der Datenverarbeitung

von
Hollerith
Lochkartenmaschinen
zu
IBM Enterprise-Servern



**Die Entwicklung
der Datenverarbeitung
von
Hollerith
Lochkartenmaschinen
zu
IBM Enterprise-Servern**

Von 1887 bis 2000,
in 10 Epochen, beschrieben

von

Günther Sandner
und
Hans Spengler

auf dem Hintergrund ihrer
beruflichen Tätigkeit bei
IBM Deutschland GmbH und ihrer
Mitwirkung im Haus zur Geschichte
der IBM Datenverarbeitung
im Ruhestand.

Böblingen, im Jahre 2006.

Böblingen, im Jahre [2011](#):
Der Buchinhalt liegt in elektro-
nischer Form auf der Plattform
[SWBdok](#) der Universität Konstanz.

Alle Rechte vorbehalten.

Autoren Günther Sandner, Murkenbachweg 76, 71032 Böblingen
und E-mail: gsandnerbb@t-online.de
Herausgeber Hans Spengler, Genker Straße 3, 71034 Böblingen
E-mail: hwsppb@t-online.de

Satz, Layout, Titelbild, Hans Spengler, TextMaker und Micrografx Designer und Graphiken

Bildnachweis Haus zur Geschichte der IBM Datenverarbeitung, Altarchiv

Druck und Herstellung Mack Druckerei GmbH, Schönaich

ISBN ISBN-10: 3-00-019690-0 / ISBN-13: 978-3-00-019690-4

© 2006 Eigenverlag G. Sandner und H. Spengler Böblingen

© 2011 Elektronische Bereitstellung des Buchinhaltes auf der Plattform
SWBdok der Universität Konstanz.

Vorwort

Die IBM Deutschland GmbH beging 1985 ihr 75 jähriges Firmenjubiläum. Ein Festakt in Stuttgart und ein Empfang in Berlin, Gründungsort der Deutschen Hollerith-Maschinengesellschaft DEHOMAG - aus der später die IBM Deutschland hervorging, würdigten dies. 1910 begannen in Berlin Vertrieb und Technischer Service. 1927 in Berlin und Sindelfingen eine Produktion, 1934 wurde in Lichterfelde die Neue Produktion in Betrieb genommen und in 1936 die Lochkartenproduktion Sindelfingen gestartet für den süddeutschen Raum. In den 1950er Jahren schuf man ein Entwicklungslaboratorium für EDV Systeme in Böblingen. Weitere Produktionsstätten in Sindelfingen, Mainz und Hannover folgten.

Wenige Jahre nach dem 75. Jubiläum, in 1988, konstituierte sich eine Arbeitsgruppe ehemaliger IBMer mit dem Ziel, eine aus früheren Jahren stammende, bescheidene Produktsammlung, ehrenamtlich aus dem Dornröschenschlaf zu holen. Dafür gab es genügend Motive: Die in Berlin für den deutschen Markt der 1930er Jahre und später in Böblingen für weltweiten Einsatz entwickelten Produkte, sowie die Entwicklung der IBM Datenverarbeitung in ihrer vollen Breite. Diese Entwicklungen auch mit Exponaten exemplarisch darzustellen, war das Bestreben der Gruppe.

Anfang der 1990er Jahre ergänzte die Gruppe die Sammlung, ab dieser Zeit wurde sie von EDV Kunden und Hochschulstudenten besucht. IBM Deutschland stellte das Gebäude der ehemaligen IBM Lochkartendruckerei Sindelfingen für die Sammlung zur Verfügung. Im Jahre 1995 wurde es „Haus zur Geschichte der IBM DV“ benannt, die Führungen für Interessierte wurden zahlreicher.

Bei diesen Führungen zeigte sich, daß Vortragen allein aus der Erinnerung heraus nicht genügt, um die im Laufe der Jahre komplexer gewordenen Inhalte der über Jahrzehnte anhaltenden Entwicklung chronologisch und inhaltlich korrekt darzustellen, vielmehr fundierte Recherchen erforderlich sind, die Vergangenheit authentisch zu belegen. Eine umfangreiche Schrifttum-Sammlung, *dem Haus* vom Bereich Entwicklung der IBM Deutschland überlassen, bot dafür wertvolle Unterstützung.

Eine andere methodische Hilfe war der von beiden Autoren gemeinsam aufgebaute, so genannte „IBM Systems Tree“, eine große „Zeitleiste“, die jedes IBM System ausweist, nach Zeit, Technik-Epoche und Leistung einordnet, um im Hause selbst und Interessierten Orientierung zu geben.

Der Schritt zu Technik-Epochen und deren Beschreibung lag nahe. Der Schwerpunkt über alle Epochen hinweg liegt auf den DV Produkten und deren Fortschritte aus Nutzersicht. Die Autoren beschreiben nicht die Unternehmensgeschichte der IBM, nicht die DV als Lehrbuch und keine soziologischen Aspekte der DV, sondern ihre persönliche Sicht nach einem erfüllten Berufsleben in der Datenverarbeitung.

In diesem Buch sind mehr als 100 Jahre Datenverarbeitung, gegliedert in 10 Technik-Epochen und einem Resümee beschrieben. Jede EDV-Epoche ist abgeschlossen mit einer Graphik-Übersicht zur Orientierung.

Im Wissen, dass der volle Umfang der Entwicklung in der gewählten, kompakten Form nicht darstellbar ist, haben wir uns konsequent auf das Wesentliche konzentriert.

Wir wünschen Ihnen bei Ihrer Lektüre viel Freude, vielleicht die eine oder andere Einsicht und bestenfalls vielleicht auch Begegnungen mit eigenen Erfahrungen in den Epochen dieser atemberaubenden Entwicklungsgeschichte und ihren vielfältigen Facetten.

Gerne würden wir Ihre Reaktion, Meinung oder Anmerkungen dazu, kennenlernen.

Günther Sandner

Hans Spengler

Wir sind sehr dankbar,

- für das von unseren Ehefrauen Gisela Sandner und Edith Spengler aufgebrachte Verständnis und ihre Geduld bei oft länger währenden Besprechungen, Telefonaten und anderen, manchmal spontanen Aktionen, über viele Monate unserer Buch-Erarbeitung hinweg.
- für die zahlreichen Dienste, die uns unser Horst Dittmar beim Bereitstellen vieler Schrifttum-Quellen aus dem Altarchiv geleistet hat; ebenso unseren Kollegen Karl Bleher und Rudolf Gürtler für ihre Recherchen in den Alt-Bildarchiven.
- Frau Rosemarie Burckhardt und den Kollegen Max Briner, Herbert Detzel, Heinz Graichen, Alfred Haas, Winfried Ferger, Ludwig Schmidt, Bernhard Timmer, Karl Wechselmann für ihre kritische Durchsicht von Epoche-Manuskripten und ihre konstruktiven Anregungen.
- den Herren Rudolf Corzilius, Kurt Gerecke, August Kaltenmark, Jürgen Ley, Karl-Georg Martin, B. Rubisch, Peter Voss, Reinhold Walter und Erich Weidler für ihre Unterstützung aus ihren Fachgebieten für die letzte Epoche dieses Buches.
- Herrn Prof. Dr. K. Ganzhorn für seinen Rat in Richtung „eigenständiges Buch“ für den vorliegenden Themenbogen.
- IBM Deutschland GmbH für die uns durch das *Haus zur Geschichte der IBM DV* gegebenen Möglichkeiten, ein Buchprojekt dieser Art mit Schrifttum fundiert zu belegen und zu illustrieren.

Widmung

Dieses Buch widmen wir all den Kolleginnen und Kollegen, die seit Jahren engagiert, mit Sachverstand, Verve und Herz, das Haus zur Geschichte der IBM DV jeden Donnerstag - und darüber hinaus - wirklich getrieben, ausgebaut und mit Leben erfüllt haben:

Fritz Amann, Hubert Appold, Max Biesinger+, Karl Bleher, Max Briner, Ursula Decker, Herbert Detzel, Arthur Deuerlein+, Horst Dittmar, Lothar Döhle, Christoph Engelmann, Winfried Ferger, Erwin Feurer+, Fritz Gehrman, Robert Gompf+, Heinz Graichen, Ursula Gross, Max Grottel, Rudolf Gürtler, Horst Gust, Alfred Haas, Helmut Heinkele+, Walter Heitzmann+, Walter Jerowski+, Kurt Kallfass, Walter Kayser, Dr. Friedrich W. Kistermann, Siegfried Kleemann, Gerhard Klietsch+, Roland Kocher, Henry Kraayvanger, Klaus Kraft, Werner Lange, Rolf Lindner, Abraham H. Luegtenburg, Horst Lutz, Wilhelm Lux+, Hans Maass+, Dieter Matern, Kurt Meissnest, Dieter Melber, Hans Mornhinweg, Joachim Mozdzen, Heinz Oberle, Harm-Gerriet Osterkamp, Ernst Penachio+, Gerhard Petersohn, Fritz Petretto, Werner Pohle, Horst Reifegerste, Karl-Otto Reimers, Hubert Risse, Karl Rohleder, Ilse Rohrer, Rudolf Rosenbauer, Hermann Rusch, Werner Schäuble, Franz Schiffer, Helmut Schiro, Ludwig Schmidt, Samuel Schnabel, Günter Schneider, Klaus Schöneberg, Karl Schöntag, Werner Seebode, Siegfried Siebenhaar, Siegrid Tengler, Bernhard Timmer, Günther Trost, Manfred Übele, Leopold Volkmann, Reinhold Walter, Karl Wechselmann, Karl Werz und Rolf Ziegler.

Ich widme meinen Beitrag an diesem Buch zusätzlich Bernhard Fuhrer, meinem mehrfachen Manager und internationalem Koordinator, der meinen beruflichen Werdegang entscheidend beeinflusste und der auch nach der aktiven Zeit bis zu seinem frühen Tod mein bester fachlicher Gesprächspartner blieb.

Und meinen Enkeln Florian, Philipp, Paul und Fabian - vielleicht lesen sie später mal in diesem Buch und vielleicht ziehen sie sogar Nutzen daraus.

Günther Sandner

Ich widme meinen Beitrag an diesem Buch zusätzlich Herrn Franz Schiffer, für die vielen Jahre herausfordernder Tätigkeit in seinem Direktionsbereich Technischer Außendienst der IBM Deutschland GmbH.

Und abschließend, sehr herzlich, unseren Söhnen Hans-Joachim und Jürgen Spengler und ihren Familien mit unseren Enkelkindern Janine, Marc, Sara und Tom.

Hans Spengler

Epoche, Inhalt

		Zeitraumen	Seite
„Elektromechanische Datenverarbeitung“			
1	Herman Holleriths Lochkartensystem und seine Maschinen ab 1887. Pionierzeit der elektromechanischen Datenverarbeitung.	um 1890	7
2	Neue Perspektiven mit Thomas J. Watson und DEHOMAG Berlin um 1920. Weiterentwickelte elektromechanische Datenverarbeitung erreicht Anwendungsgebiete in vielen Branchen.	um 1920	13
3	Der Zenit der „Lochkartenmaschinenzeit“ in den 1950er Jahren DV Produkte von IBM in USA und Europa. Elektromechanische DV ist vielseitig und effizient. Ihre Nutzer haben in vielen Branchen und Institutionen neue Anwendungsgebiete geschaffen.	1950/60	19
„Elektronische Datenverarbeitung“			
4	IBM startet in's elektronische Rechnen 1942. Pionierzeit der elektronischen Datenverarbeitung.	Ab 1942	25
5	IBM's erste speicherprogrammierte Computer 1952/53. Neue DV Anwendungsdimensionen eröffnen sich.	Ab 1952	31
6	Leistungsfähigere und zuverlässigere IBM Computer: Transistorisiert ! Schneller, sicherer, auf geringerer Stellfläche. Datenfernübertragung und Zeichenerkennung geben ihr Debüt.	Ab 1958	37
7	IBM System /360 setzt Weltstandard 1964. Umfassend, universell, weittragend.	Ab 1964	45
8	System /370: Der virtuelle Speicher sprengt Adressierungsgrenzen. Große Anwendungen und Datenbanklösungen werden möglich.	Ab 1970	53
9	S/370 Architekturweiterungen: Direkte Online-Verarbeitung löst Batch ab Unternehmensweite Transaktionsverarbeitung. Der PC öffnet neue Anwendungsfelder.	Ab 1980	67
10	Öffnung für heterogene Systemplattformen und Netze durch System/390, RS/6000 und AS/400. Einbeziehung aller Unternehmensbereiche, funktional, in lokaler, nationaler, internationaler und globaler Umgebung durch Informationstechnologie [IT].	Ab 1990	85
Resümee			
	- Teil 1 Rückblick - Ausblick		107
	- Teil 2 Ausgewählte Themen in zeitlicher Zusammenschau.		110
	- DV Anwenderpioniere im 20. Jahrhundert.		111
	- Entwicklung von Architektur und Instruktionssatz seit S/360		112
	- Betriebssysteme		114
	- Großsysteme		116
	- Peripherie, magnetomotorische Direktzugriffsspeicher		120
	- Peripherie, magnetomotorische sequenzielle Speicher		121
	- Kleinsysteme		123
	- Computertechnologie		126
	- Technisch/Wissenschaftliches Rechnen mit IBM		128
	- IBM Software, Referenzverzeichnis		129
	- Teil 3 Die Autoren		129

Epoche 1

Herman Holleriths Lochkartensystem und seine Maschinen ab 1887.

Pionierzeit der elektromechanischen Datenverarbeitung.

Es ist Herman Holleriths Verdienst, bereits 1884 in der elektrisch gelesenen Lochkarte das *Basiselement -unit record-* für die Speicherung von Daten gefunden zu haben, dessen Inhalte sich -nach jeweils anderen Kriterien- wiederholt nutzen ließen. Außerdem war es geeignet, durch multiple Lochkartenzahl die für eine Anwendung nötige Gesamtspeicherkapazität leicht zu realisieren und so insbesondere große Datenmengen zu bewältigen.

Er sah zwei grundlegende Gesichtspunkte für die Auswertung der Inhalte vor: *erstens* die Gruppierung der Lochkarten nach *Ordnungsmerkmalen*, z.B. Volkszählung: *Zählbezirk-* und *zweitens* die arithmetische Bearbeitung, wiederum Volkszählung: die *Auszählung*, wie oft ein spezifisches, inhaltliches Merkmal innerhalb einer Ordnungsgruppe vorhanden ist.

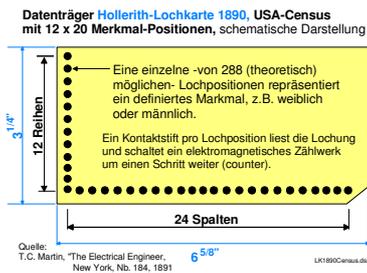
Die Auswertung implizierte von Beginn an die Ergebnispräsentation: sie begann mit dem visuellen Auslesen von Zählwerken, später von Addierwerken und manueller Niederschrift der Ergebnisse in Tabellenform. Es folgten erste Versuche des automatischen Druckens numerischer Daten und Ergebnisse und Holleriths Grundlagenarbeit führte später zu Methoden schnellen, elektromechanischen Zeilendruckes.

Holleriths Datengruppierung nach Ordnungsmerkmalen führte in eine Entwicklung, die sich 1918 erstmals in einem Produkt niederschlug, das Änderungen im Ordnungsmerkmal automatisch erkannte, als Folge das Lesen der Karten stoppte und Zwischengänge einschob, um die Ergebnisse des lfd. Ordnungsmerkmals automatisch zu generieren -später auch zu drucken- um dann mit der Verarbeitung der nächsten Kartengruppe mit dem nächsten Ordnungsmerkmal fortzufahren.

Dieser grundlegende Gedanke wurde weiter ausgebaut und zu einer ganzen Reihe jeweils leistungsfähigerer Produkte geführt bis in die 1950er Jahre. Diese Produkte waren wegen ihrer arithmetischen Kapazität und insbesondere der Anzahl möglicher Zwischengänge in der Lage, mehrgliedrige Rechenoperationen automatisch zu vollziehen. Darin war u.a. ihre universelle Einsatzmöglichkeit auf vielen Anwendungsgebieten begründet.

	Inhalt	E 1 Seite
1. 0	Einführung	2
1. 1	Herman Holleriths Statistiksistem.	
1. 2	Holleriths Schritte zum automatischen Kartenlesen und dezimalen Addieren mit der nichtdruckenden Tabelliermaschine.	
1. 3	Und wie wurde maschinell subtrahiert?	3
1. 4	Maschinelle Ordnungsfolge-Erstellung per Sortiermaschine.	
1. 5	Kartenlocher mit Tastatur und Kartenprüfer.	
1. 6	Der Weg zur automatischen Erkennung des Ordnungsgruppenwechsels und des Ergebnis-Druckes durch Tabelliermaschinen.	
1. 7	Anfänge der Saldierung.	
1. 8	Holleriths Lebensstationen in tabellarischer Form und Quellenangaben	4
1. 9	Technik für Interessierte	5
1. 9.1	Dezimales Addierwerk Holleriths und nachfolgende.	5
1. 9.2	Druckwerk Holleriths erster druckender Tabelliermaschine	6

1.1 Die kommerzielle Datenverarbeitung wurde in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts dominiert durch das Lochkartenverfahren von Herman Hollerith (1860-1929). Er hatte Pionierarbeit geleistet durch die U.S.A. Volkszählung 1890, die erstmals nach seiner Methode mit dem von ihm erfundenen **Hollerith-Statistik-System** in Rekordzeit ausgewertet werden konnte. Das Novum bestand im *elektrischen Lesen* des Datenträgers Lochkarte und parallelem, elektromechanischem Fortschalten von bis zu 40 Zählwerken mit einem Zählbereich von je 0000-9999; sowie einem halbautomatischen



Ordnungskasten für bereits gelesene Lochkarten. Der zugrunde liegende Gedanke war das **effiziente Auszählen**. Nach dem Bearbeiten einer zusammengehörigen Lochkartengruppe musste der Maschinenbediener einhalten, um handschriftlich für alle benutzten Zählwerke „neuer Zählerstand minus alter Zählerstand“ zu errechnen. Die erhaltenen Differenzen der aufgelaufenen Werte entsprachen den jeweiligen Werten dieser Kartengruppe, z.B. eines Zählbezirks. Außer der USA -Volkszählung für 63 Millionen Einwohner folgten weitere mit

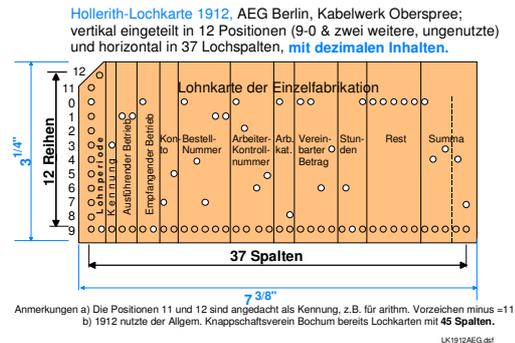


Holleriths Systemen: für das damalige Österreich-Ungarn für 24 Millionen Ende 1890 und Rußland für 230 Millionen Einwohner in 1897.

1.2 Hollerith erkannte die universelle Einsatzmöglichkeit der Lochkarte als Datenträger für den kommerziellen Bereich sehr früh. Schon 1887 arbeitete er daran, sein System vom *Auszählen hin zum Addieren* zu entwickeln. In einem ersten Schritt schuf er die **dezimale Lochkarte**, die Höhe der Lochposition entsprach dem darzustellenden

Wert; d.h. die unterste Reihe repräsentierte „9“, die obere Reihe = „0“. Mehrstellige Werte wurden per *mehrspaltigem* Lochfeld dargestellt (Abb. unten).

Das von Hollerith ab 1887 über viele Teilschritte -die hier nicht ausführlich beschrieben werden sollen- entwickelte, **dezimale** Verarbeitungssystem hatte das Ziel, Lochkarten automatisch zuzuführen und zu lesen, letzteres durch Impulse, die wiederum elektromechanisch das **Addieren** in eines oder mehrere Addierwerke steuern sollten.



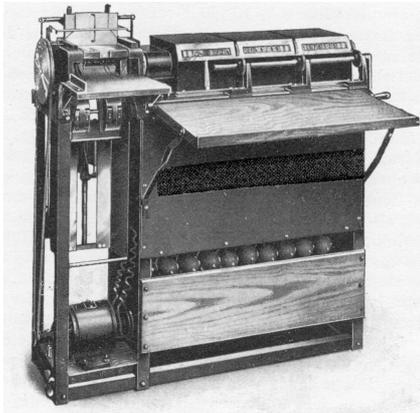
Das von Hollerith erfundene Addierwerk mit 9 Stellen basierte auf dem Zählradprinzip mit eindeutigen Zählradpositionen. Entscheidend war das Starten der einzelnen Addierwerkstellen durch Impulse von den zu lesenden Lochkartenspalten. Pro Stelle erregte ein Impuls einen Elektromagneten, der eine mechanische Kupplung einkuppelte. Die Entkupplung erfolgte nach der Additionszeit für alle Addierwerkstellen gleichzeitig automatisch. Der vom Zählrad zurückgelegte Weg entsprach dem Wert in der Kartenspalte. Anfallende Überträge auf die jeweils nächsthöheren Stellen erfolgten mechanisch mittels Übertragshebel pro Stelle nach der Additionszeit vollautomatisch.

Nach dem Durchlauf einer *Kartengruppe*, dies sind dem Ordnungsbegriff nach zusammengehörige Karten, wurde die in den Zählrädern stehende Summe visuell ausgelesen und vom Maschinenbediener handschriftlich in eine Tabelle eingetragen, daher seine Berufsbezeichnung: „Tabellierer“. Vor Bearbeitung der nächsten Kartengruppe betätigte der Tabellierer die Löschkurbel, um die Addierwerke manuell auf Null zu löschen. Dies befreite vom lästigen Differenzbildern, wie es bei den Zähluhren des *Volkszählungssystems* noch erforderlich war.

Diese grundlegenden Prinzipien wurden nach Hollerith-Patenten erstmalig bei seiner **Nichtdruckenden Tabelliermaschine** von 1905 eingesetzt. Bereits 1911 hatten die Bayer Werke -damals in Elberfeld- diese Maschine in ihrer „Hollerith-Abteilung“ genutzt.

Der technische Stand von 1905 wurde von Hollerith laufend weiterentwickelt, wichtige Stufen waren die Stoppkarte am Ende einer Kartengruppe für *automatischen Halt* zum Ablesen und manuellem Abschreiben der Ergebnisse ab 1908, sowie die *selektive* Addierwerklöschung mittels Löschmotor und manuell bedienten Kupplungen ab 1914.

Die folgende Abbildung zeigt die Nichtdruckende Tabelliermaschine von 1905 mit drei je 9 stelligen, dezimalen Addierwerken. Ganz oben rechts die Löschkurbel. Links der Kartenleser mit dem Kartenmagazin oben und der Kartenablage darunter. Die Tischplatte dient dem Abschreiben der Ergebnisse in eine Tabelle.



1.3 Die Addierwerke dieser Maschine konnten addieren. Um zu *subtrahieren*, nutzte man komplementär gelochte Werte, die Methode wird in Epoche 2 auf Seite 2 näher erläutert. Die automatische Kartenzufuhr mit nominal 4500 Karten/h und die Stoppkarte beschleunigten den Arbeitsablauf erheblich, verglichen mit dem rein manuellen Einlegen und Ablegen der Lochkarten beim *Statistiksystem*.

1.4 Die Arbeitsmöglichkeiten der neuen Maschine forderte auch die *maschinelle Erstellung* gewünschter Kartenfolgen nach Ordnungsbegriffen. Hollerith entwickelte den **vertikalen Sortierer**. Der Sortiervorgang lief spaltenweise ab, ein 5-stelliger Ordnungsbegriff erforderte 5 Durchläufe aller zu sortierenden Karten hintereinander, angefangen mit der Einerstelle, fortfahrend mit der Zehnerstelle usw. bis zur werthöchsten Stelle. Der Übergang zur nächsthöheren Stelle erforderte die jeweils manuelle Umstellung der Abfühlbürste um eine Stelle.

Der Sortierer (rechts) verarbeitete 4500 Karten pro Stunde. Die automatische Kartenzufuhr erfolgte im Prinzip wie bei der Tabelliermaschine. Die sortierten Karten wurden entsprechend dem Wert der Lochung automatisch in die vertikalen Fächer 0-9 abgelegt. Eine Nichtlochung in der sortierten Spalte der Karte führte zu deren Ablage im Restfach.

Das 1889 auf der Internationalen Weltausstellung



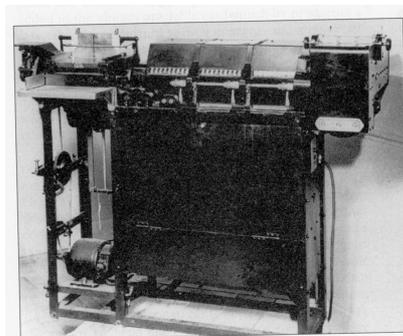
in Paris gezeigte System nutzte zur Kartenlochung den sogenannten *Pantographen*, einen **Handlocher** mit Lochschablone, bei dem jede Lochposition auf der Schablone von Hand angesteuert und danach gelocht wurde.

1.5 Für die dezimale Lochkarte lies Hollerith durch seinen Mitarbeiter E. A. Ford einen **Kartenlocher mit numerischer Tastatur** entwickeln. Die Lochung erfolgte mit Muskelkraft, der Weitertransport zur nächsten Kartenspalte automatisch per Federkraft mittels Zahnstange und Klinkenmechanismus.

Ford entwickelte auch den **Kartenprüfer**, mit dem sicher gestellt werden konnte, daß Karteninhalte zu 100% der Ablochvorlage entsprachen, er wurde um 1917 erstmals eingesetzt.

1.6 Die weitere Entwicklung der Tabelliermaschine ist gekennzeichnet durch *drei Anforderungen*: **I.** Veränderungen im Ordnungsbegriff automatisch festzustellen, um damit den Kartentransport zu stoppen und „Zwischengänge“ einzuschieben, in denen Abläufe stattfinden könnten wie z.B.: **II.** die Bildung von Quersummen in Addierwerken zu ermöglichen, d.h. Querübertragung von beispielsweise Addierwerk 1 (Summe A) nach Addierwerk 3 (Summe B) zwecks Errechnung der Quersumme A plus B und **III.** das Abschreiben der Ergebnisse durch automatisches Ausdrucken zu ersetzen. Mit diesen Aufgaben befasste sich insbesondere H's Mitarbeiter Clair D. Lake. Er erkannte die primäre Bedeutung von **I.** und rüstete die Tabelliermaschine 1918 mit automatischer Gruppenkontrolle aus.

Die Entwicklung eines Zeilendruckwerkes war langwierig, der 1. Weltkrieg kam dazwischen und 1917 war ein Entwicklungsmodell auf dem Prüfstand. 1921 war es dann soweit, daß erste Exemplare von Holleriths **„Druckende Tabelliermaschine 1“**, Typ TM1, versuchsweise eingesetzt werden konnten (Bild unten). Pro Druckposition war eine elektromagnetisch gesteuerte Typenstange vorhanden, die zehn Typen 0 bis 9 trug. Das Druckwerk bestand aus 5 x 10 Typenstangen. 1924 arbeitete die TM1 wirklich zuverlässig mit 4000 Zeilen pro Stunde Druckgeschwindigkeit. Das Druckprinzip ist auf Seite E 1- 6 dargestellt.



1.7 Die Entwicklung von Subtraktion und Saldenbildung war mehrstufig. Noch 1921 wurden zwei verschiedene Methoden angewandt, keine davon arbeitete vollautomatisch. Bei *Methode 1* hatte die

Lochkarte ein Kartenfeld *A* -für die positiven- und ein weiteres *B* -für die negativen- Werte. Beide Kartenfelder wurden in getrennten Addierwerken aufsummiert und als 2 Summen ausgedruckt. Aus ΣA und ΣB wurde manuell die Differenz gebildet, um den Saldo zu erhalten. Die *Methode 2* begnügte sich mit *einem* Kartenfeld. In dieses wurden positive Werte abgelocht „wie sie sind“, negative hingegen wurden durch die „Kartenloch-Person“ als 9er-Komplementwerte abgelocht. Deren maschinelle Addition wirkt als Subtraktion. Überwiegen jedoch die negative Werte, ist das Ergebnis eine Komplementärzahl -die auch so ausgedruckt wurde- und danach manuell rekomentiert werden mußte. Auch bei dieser Methode wurde das endgültige Ergebnis *nicht vollautomatisch* ausgedruckt.

1.8 Die weiter vorne beschriebenen Entwicklungen Holleriths liefen in der Regie der TMC* bis zu deren Verkauf 1911, danach in der Holding CTR** und ab 1924 innerhalb von IBM.

Wichtige Lebensstationen von Herman Hollerith sollen an dieser Stelle nur chronologisch aufgelistet werden:

- 1879 Graduiert an der Columbia University als Bergwerksingenieur.
- 1882 Instruktor für Mechanical Engineering am Massachusetts Institute of Technology.
- 1887 Setzt sein System erstmals in Baltimore ein und 1888 in New Jersey.
- 1889 Sein System erringt auf der Weltausstellung in Paris eine Goldmedaille.
- 1890 - Das Franklin Institute of Philadelphia verleiht ihm am 2. Februar die Elliot-Cresson-Medaille für „Die größte Erfindung des Jahres“.
- Das Columbia College verleiht ihm am 11. Juni die Ehrendoktorwürde der Philosophie.
- Seine Systeme werten die USA Volkszählung 1890 in Rekordzeit aus.
- 1896 * H gründet die [Tabulating Machine Company](#) (TMC) Ende 1896 und unterzeichnet den Vertrag für die russische Volkszählung in 1897.
- 1905 Seine dezimale Tabelliermaschine mit Handlöschkurbel, an der er seit 1887 über eine Reihe von Entwicklungsstufen arbeitete, wird an Kunden ausgeliefert.
- 1910 Der Industrielle Willy Heidinger gründet die [Deutsche Hollerith Maschinen GmbH](#) in Berlin (DEHOMAG), der Bevollmächtigte der TMC, Ing. N.R. Williams ist bei der Vertragsvorbereitung der Verhandlungspartner. Heidinger wird zum Generaldirektor bestellt. Das Gründungskapital beträgt 120 000 Goldmark. Mit 7 Mitarbeitern und den Produktions- und Vertriebsrechten für Deutschland und Südosteuropa beginnt die

Gesellschaft ihre Tätigkeit. Die Länder Württemberg, Elsaß-Lothringen, Baden und Preußen führen ihre Volkszählung mit dem Hollerith-Lochkartenverfahren durch.

- 1911** Hollerith verkauft seine Firma TMC, diese wird mit ITRC und DSC fusioniert zur [CTR-Holding \[Computing-Tabulating-Recording Company\]](#). H tritt als Chef der TCM zurück, bleibt jedoch als Beratender Ingenieur mit der CTR verbunden.
- 1924 Die Holding wird umbenannt in *International Business Machines Corporation* = **IBM Corporation**.
Präsident ist Thomas J. Watson.
- 1929 Hollerith zieht sich im November eine Erkältung zu und stirbt in seinem Haus in Georgetown, einem Stadtteil Washingtons.

Der Verfasser dieser Epoche konzentriert sich auf den Aspekt Datenverarbeitung, er möchte an dieser Stelle für Interessierte an der Lebensgeschichte Holleriths auf *G. D. Austrian's* Buch hinweisen (siehe unten), denn Austrian würdigt die volle Bandbreite von Herman Holleriths Erfinderleben.



Dr. Herman Hollerith

Quellenangaben.

Liste der Bildquellen in der Abfolge der Textspalten.

Titel	Quelle
Hollerith-Lochkarte 1890	Graphik des Autors
Hollerith-Statistiksystem	IBM Comp. Techn. Folien 2-1988
Hollerith-Lochkarte 1912	Graphik des Autors
Hollerith Nichtschreibende Tabelliermaschine von 1905	Hollerith-Mitteilungen Nr. 1, 5-1912
Hollerith-Vertikalsortierer von 1905 mit Bediener	100 Jahre DV, Band 1, Form D12-0028, 1991, Seite 35
Hollerith-Druckend. Tabelliermasch. TM1: IBM Corporate Archive	Kleine Chronik IBM Deutschland Form D12-0017-11, 1992
Dr. Herman Hollerith	IBM Corporate Archive
Druckblock TM1	IBM Corporate Archive

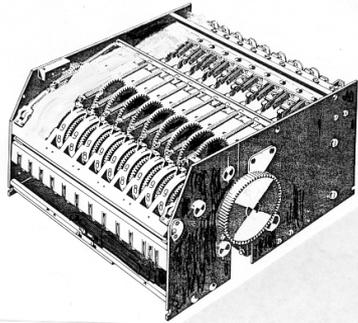
Quellennachweise.

Autor	Titel / Verlag / Jahr
Neil. R. Williams	Hollerith Mitteilungen Nr. 1, 5-1912
Blättel, W.	Chronik IBM Deutschland, 1976
Reiboldt, H.K.	IBM Report, 11/12-1979
Austrian, Geoffrey, D.	Herman Hollerith, Forgotten Giant of Information Processing; Columbia University Press, 1982
Kistermann Dr. F.W.	Die Erfindung und Entwicklung der Hollerith Lochkarte, IBM Historisch. Archiv, Berichte Nr. 1, 2-1982
Bashe, C. and others:	IBM's Early Computers; MIT Press, 1986

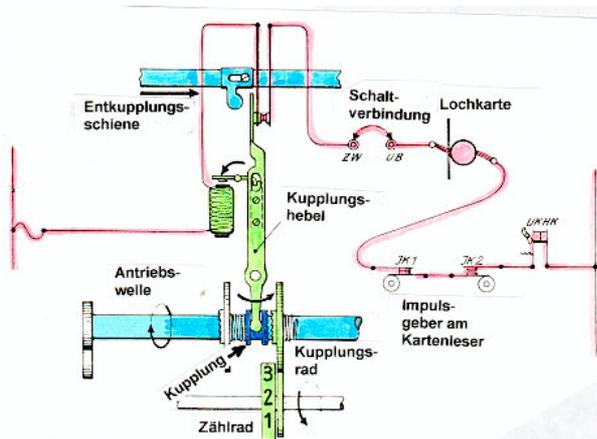
1.9 Für den technisch Interessierten ist die Entwicklungsgeschichte des dezimalen Addierwerkes und des Druckwerkes der Hollerith-Tabelliermaschinen in Kurzform beschrieben.

1.9.1 Dezimales Addierwerk. Von Holleriths ersten Überlegungen (um 1887) bis zur Produktreife waren viele Entwicklungsschritte - hier nicht dargestellt - erforderlich, um die Nichtdruckende Tabelliermaschine 1905 an Kunden liefern zu können.

1905 Das Grundprinzip ist auf Seite E 1 - 2 bereits beschrieben, hier wird das dezimale, 9-stellige Block-Addierwerk mit je einem Zählrad pro Stelle dargestellt.



Jedes Zählrad wurde über eine *elektromagnetische Kupplung*, *zeitsynchron* mit dem Abfühlvorgang des Kartenloches, z.B. eine 7, mit einem dauernd laufenden Antrieb *gekuppelt*. Zur Zeit 0 wurden die Kupplungen aller 9 Stellen mittels Entkupplungsschiene automatisch *entkuppelt*. Das Zählrad ist somit von der angenehmen Stellung 1 auf 8 gelaufen, d.h. 1 + 7 wurde addiert zum Ergebnis 8. Alle Zählräder wurden nach der Zeit 0 per Steuernocke automatisch in eindeutige Positionen gebracht, um ausschließlich ganzzahlige Endpositionen zu erhalten.

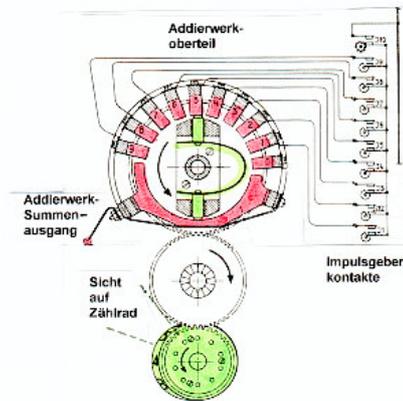


Pro Zählrad sind zusätzliche Elemente erforderlich, um Zehnerüberträge von jeder Stelle auf die nächst höhere übertragen zu können. Dies bewirkte *pro Zählrad* ein an diesem angebrachter „Hoher Zahn“, der einen Zehnerübertragshebel auslöste beim Überlauf von 9 nach 0. Außerdem konnten Zehnerübertragshebel anderer Stellen ausgelöst worden sein. „Ausgelöst“ heißt, ein Übertrag ist temporär gespeichert, er muß noch übertragen werden auf die nächst höhere Stelle, wenn die Additionszeit -9 bis 0-vorüber ist (siehe Zeitdiagramm auf Seite 6). Die Übertragung selbst vollzieht eine nockengesteuerte Aufzugsschiene vollautomatisch für alle Stellen, danach steht das endgültige Ergebnis im Addierwerk.

Wurden weitere Karten gelesen, wurden deren Lochfelder-Inhalte weiter aufaddiert. War die letzte Karte einer zusammengehörigen Kartengruppe gelesen worden, hielt die Maschine an, der Bediener las die Zählräder visuell aus und schrieb die Ergebnisse in eine Tabelle. Er fuhr fort mit der nächsten zusammengehörigen Kartengruppe.

Die NTM von 1905 hatte 1 oder 2 bis max 3 Blockzählwerke, später bis zu 5; die Anzahl bestimmte den monatlichen Mietpreis der Tabelliermaschine.

1917/21 Die visuelle Ergebnisauslesung durch automatischen Druck zu ersetzen, erforderte auch die Weiterentwicklung des Addierwerkes. Jedes Zählrad wurde ergänzt um ein Zwischenrad und einen Kommutator, der aus einer allgemeinen Kontaktschiene und den Schienen 9 bis 0 bestand. Letztere waren mit ihren korrespondierenden Impulsgeberkontakten (im Bild rechts) verbunden. Der Kommutator stellte die Verbindung zwischen dem Inhalt -z.B. 5 - und dem „Addierwerk-Summenausgang“ her, der wiederum über Steckverbindungen zur entsprechenden Druckwerkstelle geschaltet war. Die neue Einrichtung eröffnete später weitere Neuerungen:



1. Mittels Umschaltrelais zwischen Impulsgebern und den Schienen 9 bis 0 lies sich der komplementäre Wert des Inhaltes als 9er Komplement abgeben, dies bewirkt die Quer-Subtraktion von einem zu einem anderen Addierwerk. Dies wurde genutzt ab etwa **1925**.

2. Die Löschung des Addierwerkes erforderte bis dahin eine eigene Löschwelle. Jetzt besorgte ein weiteres Vielfachrelais zusammen mit dem unter 1. schon genannten Komplementierungsrelais die vollautomatische, durch Schaltbefehl erfolgende Löschung.

Die weitere Entwicklung der Addierwerk-Technik und der graduelle Übergang zur Saldierwerk-Technik soll hier nicht weiter detailliert dargestellt, vielmehr als historische Entwicklungsübersicht des Zählens, Addierens, Subtrahierens, Löschsens und Saldierens“ von 1889 bis 1944 tabellarisch aufgezeigt werden:

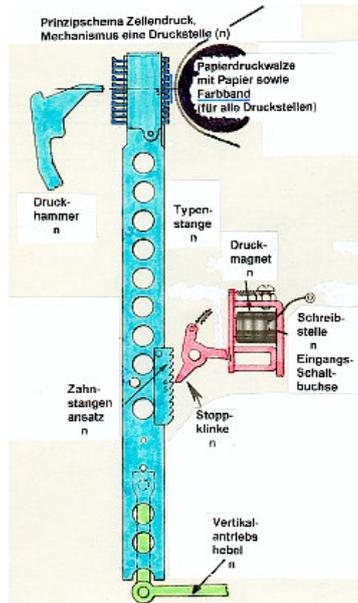
Entwicklungsstufe	Basiseinheit	Auslesen	Löschen	Jahr	Produkt
1 zählen	Hollerith-Zähluhr	visuell	keine Möglichkeit	1889	Statistik-System
2 addieren	Hollerith-Zähluhr mit Staffelwalze	visuell	keine Möglichkeit	1891	modif. St. Syst.
3 addieren	Addierwerk	visuell	händisch (Kurbel)	1905	NSTM*
4 "	"	"	motorisch & selektiv	1914	NSTM
5 "	"	"	"	1917	STM**
6 "	"	"	"	1921	STM Type I
6a subtrahieren mit	komplementär gelochtem Wert	"	"	1921	"
7 add. & subtr.	" Methode Weinlich / Kölm DEHOMAG (indirekt sald.)	"	"	1925/26	IBM IIB
7a add. & subtr.	" Balancing Feature (indirekt saldierend)	"	"	1928	IBM IIB
8 saldieren	Direkt-Saldierwerk als Blockwerk aufgebaut	"	Selektiv per Befehl	1933	(BK / 285)
9 "	" modular, ", mit elektr. Zehnerübertrag	"	"	1934	(405)
10 "	Miniatur-Saldierwerk , entwickelt für ASCC, wurde zum Standardsaldier-Modul, bis nahezu den 1950er Jahren für die Produkte 407, 602 und 602A	"	"	1944	(ASCC)

*NSTM=nichtdruckende Tabelliermaschine, **STM=druckende Tabelliermaschine in Entwicklung
Hans Spengler Böblingen, Jan. 2005/Aug. 2006

1. 9.2 Druckwerk Holleriths erster Druckender Tabelliermaschine. Auf der Basis seiner grundlegenden Arbeiten führten die Mitarbeiter C.D. Lake und D. M. Durfee die Entwicklung weiter. 1917 war ein Entwicklungsmodell auf dem Prüfstand. Einerseits bemerkte Th. J. Watson, seit 1914 Chef von CTR, dass die Powers Accounting Machine Corporation eine druckende Tabelliermaschine rein mechanischer Bauart auf den Markt gebracht hatte, doch andererseits die Nachfrage nach druckenden Tabelliermaschinen nur graduell war. Nur wenige Anwendungen rechtfertigten zusätzliche Kosten eigentlich nicht.

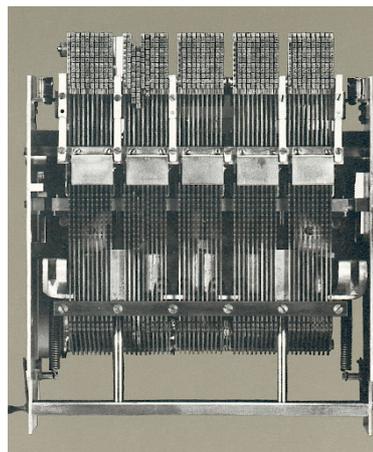
Trotzdem startete Watson ein Entwicklungsprogramm zur langfristigen Sicherung des Geschäftes. Dafür stellte er 1914 C.D. Lake ein und 1916 T.M.Caroll von NCR. Watson machte Druck, die Entwickler zogen verschiedene Möglichkeiten in Betracht und verwirklichten diese. Die Entwicklung war allerdings viel zeitraubender als erwartet. Zudem setzte der 1. Weltkrieg andere Prioritäten und verzögerte die Entwicklung weiter.

Für Lake war die Lösung des Problems der „Automatischen Gruppenkontrolle“ Voraussetzung für das automatische Drucken von Ergebnissen. Dieses Konzept wurde erprobt an der Nichtdruckenden Tabelliermaschine und sorgfältigen Feldtests, durchgeführt von B.M. Durfee. 1917 war es dann soweit: die erste druckende Tabelliermaschine lief im Versuch, doch bis 1921 wurde weiterentwickelt, um das Produkt zu vollenden. Das Druckprinzip beruhte auf parallelem Typenstangendruck mit einem Satz von 5 x 10 Typenstangen, d.h. Zeilendruck, damit man eine Druckleistung von etwa 4000 Zeilen/Stunde erreichen konnte. Die nach oben geführte Typenstange wurde gestoppt durch eine elektromagnetisch gesteuerte Stoppklinke, um die zu druckende Type in Druckhammerposition zu bringen. Das Bild unten zeigt den Druckmechanismus für eine Druckstelle. Er bestand im wesentlichen aus Typenstange, Stoppklinke, Druckmagnet und Druckhammer. Jede Typenstange wurde durch einen eigenen Vertikaltriebshebel abgefedert im Maschinenzyklus nach oben geführt. War eine 9 zu drucken, wurde die Typenstange sehr früh gestoppt, im Falle einer 1 wurde erst acht Einheiten später gestoppt. Entsprechend wurde zum Zeit-



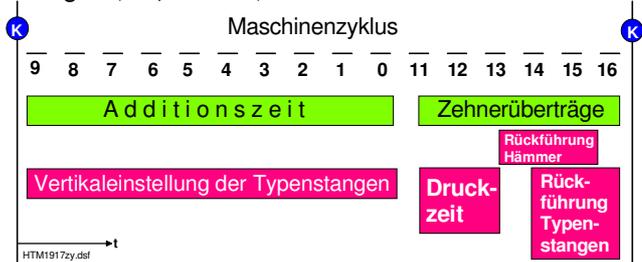
punkt dernockengesteuerten Druckhammerauslösung das jeweils in der Vertikalen positionierte Zeichen über das Farbband auf Papier gedruckt und gleichzeitig alle eingestellten Zeichen aller anderen Typenstangen ebenso. Nach dem Druckvorgang wurden alle Typenstangennockengesteuert wieder in ihre Grundstellung zurückgeführt.

Das Bild unten zeigt die fünf Blöcke à 9 + 1 Typenstangen des Druckwerkes. Die zehnte Typenstange druckte das Vorzeichen. Der Blick ist auf die Typen gerichtet. Nicht sichtbar sind Antriebsmechanismus der Typenstangen, Stoppklinkensatz, Stoppmagnete und Druckhämmer; alle Genannten befinden sich räumlich dahinter.



Typenstangen mit „Typenkörben“ und Typen
Zahnstangenseite der Typenstangen
Vertikal-Führungs- und Antriebshebel

Hier ist festzustellen, daß der bis dahin bereits erforderliche Synchronlauf von Lochkartenabföhlung und Addierwerken nun zusätzlich zu synchronisieren war mit dem Druckwerk. Die Druckwerkkupplung wurde aktiv, wenn in einem Maschinenzyklus gedruckt werden sollte, gleichzeitig besorgte sie die Synchronisation, denn „einkuppeln“ konnte nur zu einem festen Zeitpunkt „K“, bezogen auf den Maschinenzyklus, erfolgen (Graphik unten).



Die Graphik oben zeigt den Maschinenzyklus einer numerisch druckenden Tabelliermaschine der Pionierzeit. Für die Arithmetik teilte sich die Zeit in die des Addierens und der Zehnerüberträge. Der Druckvorgang erforderte die Einstellung der Typenstangen, den Druck selbst und die Rückführung der Typenstangen in ihre Grundstellung. Ein Maschinenzyklus war in 16 Einheiten eingeteilt, jeder Einheitenbereich hatte spezifische Funktionen. Bei einer Leistung von 4000 Karten/Stunde Lese- und Druckgeschwindigkeit ergibt sich ein Maschinenzyklus von 0,9 Sekunden/Lochkarte bzw. pro Punkt (1/16) die Zeit von rund 56 ms.

Epoche 2

Neue Perspektiven mit Thomas J. Watson und DEHOMAG Berlin um 1920.

Weiterentwickelte elektromechanische Datenverarbeitung erreicht Anwendungsgebiete in vielen Branchen.

Die *druckende Tabelliermaschine* wurde ab der 1925er Jahre Standard. Die Entwicklung führte zu steigender Druckgeschwindigkeit, Übersichtlichkeit und Qualität der Ausdrucke.

Die Anforderungen der Bankenbranche förderten die Entwicklung der *maschinellen Saldierung und Arithmetik*. In den 1930er Jahren arbeiteten alle deutschen Großbanken mit dem Hollerith-Lochkartenverfahren. DEHOMAG-Tabelliermaschinen erlaubten vergleichsweise vielgliedrige Rechenoperationen.

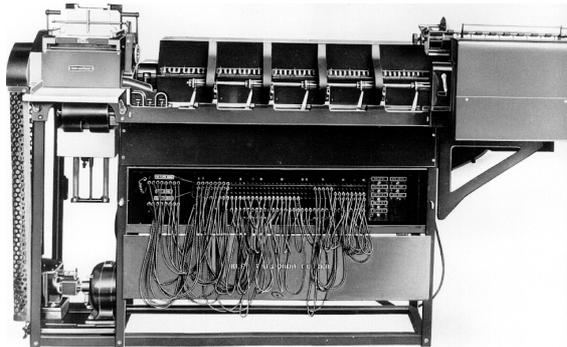
Für Anwendungen, die Multiplikation und/oder Division erfordern, entwickelte IBM die eigenständige, Rechenlocher genannte Einheit. Mit dieser wurden Faktoren einer Lochkarte gerechnet und das Produkt oder weitere Ergebnisse, automatisch in die gleiche Karte abgelocht, daher die Bezeichnung „Rechenlocher“. In Europa wurde zusätzlich der Weg beschränkt, auch Tabelliermaschinen mit entsprechenden Einrichtungen auszurüsten.

Die 1928 von IBM auf 80 Spalten erweiterte Lochkarte war „*der Datensatzträger*“ und gleichzeitig die periphere *Datenspeicherform* für alle Anwendungen. Die neue, automatische Ablochung von Tabelliermaschinen-Ergebnissen lieferte die Ausgangswerte für ein „folgendes Abrechnungsintervall“ sowie der maschinellen Weiterverarbeitung von Ergebnissen zu übergeordneten Geschäftsdaten; dies wurde zum Standardverfahren.

In USA wurden alphabetschreibende Tabelliermaschinen noch vor Weltkrieg II (vor 1939) eingesetzt überwiegend bei Anwendungen, die das Drucken von Bezeichnungen, Namen, Adresszeilen, usw. erforderten. Auch DEHOMAG arbeitete an dieser Entwicklung mit, doch leider änderte der 2. Weltkrieg die Prioritäten.

	Inhalt	E2 Seite
2. 0	Einführung.	1
2. 1	Neue Perspektiven mit T..J. Watson und DEHOMAG Berlin, um 1920.	2
2. 2	DV Anforderungen einer Bank.	
2. 3	IBM standardisiert die Lochkarte.	
2. 4	Tabelliermaschinen können jetzt direkt saldieren.	3
2. 5	Fortschritte: schneller Sortierer, automatische Ergebnisablochung von Tabelliermaschinen, alphabetschreibende Tabelliermaschine, Kartenmischer.	
2. 6	DEHOMAGs Tabelliermaschinen BK und D11.	4
2. 7	„Die Programmierung“ von Tabelliermaschinen.	5
2. 8	Quellenangaben.	

2.1 Neue Perspektiven mit T.J. Watson & DEHOMAG. Thomas J. Watson, seit 1914 General Manager von CTR, förderte die Entwicklung der druckenden Tabelliermaschine weiter. 1924 ging die erste Tabelliermaschine vom **Typ IIIB** nach Paris. Die 1910 gegründete DEHOMAG vermietete davon 1924 an die deutsche Reichsbahn 24 Stück für die Reichbahndirektionen. Das neue Produkt -im Bild unten- wurde für Betriebsabrechnung genutzt, es druckte Posten aus der Lochkarte und Ergebnisse aus den Addierwerken automatisch.



Ende 1924 hatte die DEHOMAG insgesamt 116 Tabelliermaschinen und 100 Sortiermaschinen an ihre Kunden in Handel, Industrie und Regierung vermietet, außerdem Kartenlocher und Kartenprüfer. In Frankfurt a.M. und Hamburg wurden in 1925 Niederlassungen eröffnet und ebenso 1926 in Stuttgart und Düsseldorf. Die Mitarbeiterzahl stieg Ende 1925 auf 115 an. Es sei daran erinnert, daß die Inflation in Deutschland 1923 ihren Höhepunkt erreicht hatte.

2.2 Die Darmstädter und Nationalbank DANAT in Berlin hatte bereits eine „Hollerith-Abteilung“. Deren Leiter, W.A. Hoffmann formulierte die besonderen Anforderungen an die Datenverarbeitung im Deutschen Bankenwesen treffend: *Tabelliermaschinen müssten automatisch saldieren können.* Diese Forderung basierte auf dem diesbezüglich technischen Stand Anfang der 1920er Jahre.

Hier wird das schon in Epoche 1 Angesprochene ausführlicher wiederholt: um eine Zahlenkolonne zu summieren, die gemischt positive und negative Werte, -z.B. Debitoren und Kreditoren- enthielt, konnten zwei Methoden benutzt werden. Bei *Methode 1* war die Lochkarte mit einem Feld für die positiven und einem Feld für die negativen Werte versehen, in die die Werte abgelocht wurden. Beide Felder wurden in getrennten Addierwerken summiert und als Summen ausgedruckt. Da der Ausdruck nicht den Saldo lieferte, mußte dieser aus der Differenz $\Sigma A / \Sigma B$ manuell errechnet werden. *Die Methode 2* bewältigte die Aufgabe etwas eleganter mit nur einem Kartenfeld. In dieses wurden positive Werte abgelocht „wie sie sind“, dagegen wurden negative Werte durch die Abloch-Person komplementär abgelocht, um bei der ma-

schinellen Addition des Komplementärwertes die subtraktive Verarbeitung zu erhalten*. Überwiegen bei dieser Methode jedoch die negativen Werte, ist das Ergebnis eine Komplementärzahl -die auch so ausgedruckt wird- also manuell re-komplementiert werden musste. Auch bei dieser Methode wurde nicht das endgültige Ergebnis ausgedruckt, sondern es musste manuell berechnet werden.

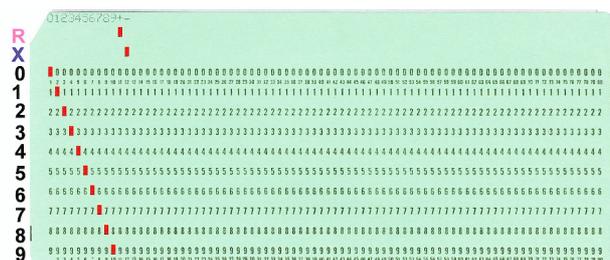
*Zunächst ist zu bemerken, dass das bei mechanischen Rechenmaschinen übliche Vorwärts- (addieren) oder Rückwärtsdrehen (subtrahieren) bei der elektromechanischen Technik aus verschiedenen Gründen nicht angewandt werden konnte.

Zur Erläuterung der komplementären Arbeitsweise hier ein Beispiel mit 3stelligem Addierwerk:

- ein 3stelliges Addierwerk kann jede ganze Zahl im Bereich von 000-999 enthalten.
- wird dazu nach obiger Methode 2 ein negativer Wert -als Komplementärzahl- addiert, z.B. der Wert -43, so muss dieser als 957 in der Karte abgelocht sein, d.h. in der Einerstelle muss das Zehnerkomplement, in allen höheren Stellen das 9er Komplement angewandt werden, da Überträge aus der werthöchsten Stelle verloren gehen.
- Angenommen, das Addierwerk enthält +065, dann lautet die Rechnung $(+065) + (-043) = 065 + 957 = 1022$, dies ist das korrekte Ergebnis, denn der Übertrag in die nicht vorhandene 4. Stelle geht verloren, d.h. das Ergebnis ist 022.
- Enthält das Addierwerk jedoch zuvor 025, dann wird $(+025) + (957) = 982$ das Ergebnis sein. Die 9 in der werthöchsten Stelle signalisiert dem Bediener: der Wert ist negativ, er ist zu re-komplementieren -nach obiger Regel- vor seiner weiteren Verwendung: $982 = -018$. Außerdem reduziert dies die echt verfügbare Stellenzahl um eine, weil sie zur Vorzeichen-Beobachtung gebraucht wird.

Dies alles zu automatisieren, war der Wunsch von W.A. Hoffmann der DANAT. Dieses Anliegen wurde von Ing. Weinlich der DEHOMAG Berlin aufgegriffen, er baute die Tabelliermaschine IIIB zur „Bankversion IIIA“ um, 1925 konnte saldiert werden. Ing. Kölm erfand eine Einrichtung in 1926, die den Umbau einsparte. Er vermied die Rekomplementierung des Saldos mittels *inverser Typenstangen* im „Druckwerkteil für Salden“, außerdem erreichte er durch automatisches Einsteuern einer „1“ in die Einerstelle, die Bildung des Zehnerkomplements für die Einerstelle. Hier ist zu bemerken, daß der Bediener die inversen Typenstangenoberteile selbst austauschen und so je nach Anwendung invers oder normal nutzen konnte.

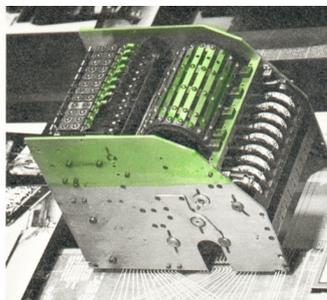
2.3 1928 war IBM USA auch auf diesem Stand: die **Tabelliermaschine IV** erfüllte Anforderungen der Bankenwelt nach Saldierung, technisch war es immer noch indirekte Saldierung. 1928 entsprach IBM per Lochkarte mit 80 Spalten und Rechtecklöchern dem Ruf nach höherer Kapazität. Sie setzte für Jahrzehnte den Standard (Abmessungen $3\frac{1}{4}$ Zoll x $7\frac{3}{8}$ Zoll).



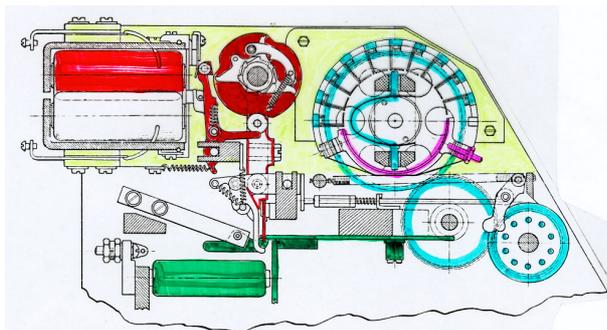
Ab 1933 lieferte die DEHOMAG die **Tabelliermaschine BK** -für Banken- aus, sie saldierte indirekt.

2.4 Tabelliermaschinen können jetzt direkt saldieren. Die IBM Tabelliermaschine **Typ 285** kam ebenfalls 1933 auf den Markt, jedoch mit Saldierwerken. Die Erfinder waren C.D. Lake und G.F. Daley. Solch ein Saldierwerk addierte negative Werte -die durch x-Lochung gekennzeichnet waren und an der 1. Kartenlesestation erkannt wurden- durch Start aller Zählräder bei 9, also zu Beginn der Additionszeit, und stoppte sie durch eine **zusätzliche elektromagnetisch** gesteuerte Einrichtung wieder, beim Eintreffen des Kartenimpulses. Dies bewirkte die vollautomatische Subtraktion. Die Rückführung des evtl. anfallenden Zehnerübertrages der werthöchsten Saldierwerkstelle auf die Einerstelle erfolgte mechanisch, jedoch registrierte ein Kontakt dieses Ereignis und steuerte damit das „Saldenrelais“. Dieses konnte stets über die Saldencharakteristik Auskunft geben. Damit war erstmals bei elektromechanischen Tabelliermaschinen erreicht worden, daß $(\pm A) \pm (\pm B) = \pm C$ gerechnet, das Ergebnis vollautomatisch in korrekter Form und mit korrektem Vorzeichen versehen, abgegeben wurde; vollkommen unabhängig von positivem oder negativem Saldo. Dies war ein bedeutender Beitrag für alle weiteren rechnenden Lochkartenmaschinen und später den elektronischen Rechnern und speicherprogrammierten Computern.

Das Bild rechts zeigt das direkt saldierende, 9 stellige Block-Saldierwerk. Die 9 Zählräder sind rechts in der Mitte unten zu erkennen. Oben in der Mitte befindet sich die elektrische Inhalt-Ausleseeinrichtung pro Stelle und links davon der Stopp-Magnete-Satz.



Das Querschnittsbild unten zeigt eine Saldierwerk-Stelle, ganz unten rechts das Zählrad und links davon das Kupplungsrad. Der Elektromagnet -in grün- besorgt über ein Gestänge das Einkuppeln. Das Entkuppeln bewerkstelligt der Stoppmagnet -rot- bei der Saldierung. Die elektrische Inhalt-Auslesung besorgt das Abführlad mit den beiden verbundenen Kontaktstücken (blau), der violett markierte Anschluß ist die Ausgangsklemme für die betrachtete Saldierwerk-Stelle.

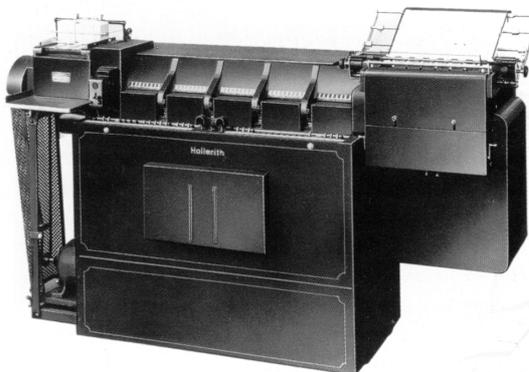


2.5 Einige wichtige Fortschritte aus der Zeit vor dem 2. Weltkrieg müssen hier vermerkt werden:

1. viele Anwendungen setzen die Herstellung einer bestimmten Lochkartenreihenfolge voraus. Um Sortieren effizienter und ergonomischer zu machen, kam 1925 der Horizontalsortierer **IBM 080** auf den Markt. Die Leistung betrug 24.000 Karten/Stunde, dies beschleunigte das Sortieren ganz erheblich.
 2. bei periodischen Anwendungen druckte die Tabelliermaschine das „Ist“ der aktuellen Periode aus, dies war oft auch der Ausgangswert der nächsten Abrechnungsperiode. Dafür wurde damals der Begriff „Vortrag“ genutzt und ab 1927 konnte die Tabelliermaschine IIIB neben dem Ergebnisdruck per elektrisch verbundenem Kartenlocher auch **automatisch Ergebnisablosungen** ausführen.
 3. Im Bankenwesen war es gefragt, numerisch kodierte Begriffe als Kurzbezeichnungen auszudrucken, doch gab es noch keine alphabetdruckenden Tabelliermaschinen. W.A. Hoffmann der DANAT Bank Berlin griff Kölms auswechselbaren Typenstangenkopf auf, setzte darauf Kurzbezeichnungen und druckte diese via Kode-Nummer.
 4. Das Entwicklungsmodell einer alphabetdruckenden Tabelliermaschine läuft 1931 in Endicott. Über weitere Entwicklungsschritte kommt die erste alphabetdruckende Tabelliermaschine **IBM 405** in 1934 heraus: Druckwerksbreite= 43 alphabetische Typenstangen links, 44 numerische Typenstangen rechts. Der Zeichenvorrat: 0-9, A-Z und + - = 38 Zeichen. Die Druckgeschwindigkeit: 80 Zeilen/min., Formularvorschubsteuerung elektromechanisch. Die Schalttafel hat bereits um die 1600 Steckpositionen.
 5. Anwendungen mit Multiplikation erforderte viele Maschinengänge teurer Tabelliermaschinen. 1931 schafft der Rechenlocher **IBM 600** Abhilfe und 1933 **IBM 601**. Beide lesen Faktoren aus einer Karte und lochen seriell die Ergebnisse in die gleiche Karte ab.
 6. Waren für eine Anwendung Lochkarten in großer Zahl zu sortieren, brauchte dies Zeit und Disposition. 1937 löst dies der Kartenmischer **IBM 077**. Mit max. 16 stelligem Ordnungsbegriff konnte aus zwei aufsteigend sortierten Kartenstapeln in einem einzigen Durchlauf *ein aufsteigend geordneter Stapel* automatisch erstellt werden.
 7. Um Ausdrucke von Tabelliermaschinen, damals Listen genannt, übertragen zu können, z.B. auf Kontenblätter, bedurfte es eines Gerätes, denn Bürokopierer existierten noch nicht. Ab 1939 stand der Postenumdrucker **IBM 954** dem USA-Markt zur Verfügung. Dieses Gerät wurde in der Zeit nach dem 2. Weltkrieg auch in deutschen Geldinstituten und Firmen genutzt. Die Übertragung von gedruckten Listen auf ein anderes Dokument -z.B. ein Kontenblatt- erfolgte zeilenweise und handbedient.
- Ende 1943 war der Bestand an IBM Tabelliermaschinen in USA auf 10 000 angestiegen, davon zwei Drittel alphabetschreibend, ein Drittel druckte numerisch. Die Anzahl der Sortierer lag bei 10200.

2.6 DEHOMAGs Tabelliermaschinen. Nach dieser Zusammenfassung für die IBM Produkte vor dem 2. Weltkrieg, wird nun das Geschehen bei **DEHOMAG Berlin** dargestellt. Wie schon erwähnt, wird die speziell für Banken gebaute Tabelliermaschine **BK** wird im März 1933 für den Markt freigegeben. Sie konnte mit max. 8 je 9 stelligen Addierwerken ausgerüstet sein, die das Vorzeichen ihres Inhalts mit je eigenem Spezialrelais jederzeit konnten. Diese Einrichtung entwickelte Kölm. Die BK führte Summenausdrucke in Zwischengängen durch, ohne die Addierwerke zu löschen; Saldierungen in einem oder weiteren Zwischengängen und ebenso die Saldo-Ausdrucke und die Löschung von Addierwerken. Das Druckwerk besaß 8 Blöcke à 9 Druckstellen (Typenstangen) und eine weitere für den Vorzeichendruck mit 3 Zeichen: Sternzeichen= positive Werte, Stern-Minuszeichen= negative Summen oder Salden und Minuszeichen für negative Werte. Erstmals sind die Druckwerkblöcke unabhängig von den Addierwerken schaltbar. Die Rüstzeit der BK war klein, denn erstmals setzte DEHOMAG die auswechselbare Schalttafel ein.

Damit stand ein universeller Buchungsautomat für alle Abrechnungsarbeiten bereit. Etwa 250 BK's wurden hergestellt und an Kunden vermietet (folg. Bild).



Die Type BK wurde weiter ausgebaut zur **BKZ**, Z steht für „Zins“, d.h. erstmals konnte eine Tabelliermaschine multiplizieren für die Bearbeitung von Zinsen. Der Multiplikator konnte max. dreistellig sein. Multiplikation wurde per fortgesetzter Addition ausgeführt. Damit konnte die BKZ für Bankabrechnungen die Kontokorrentbuchführung einschließlich der vollautomatischen Erstellung von Zinsstafeln schnell durchführen. Eine weitere BK-Variante war die Divisionsmaschine, Division wurde auf fortgesetzte Subtraktion zurückgeführt.

Die weitere, und auch abschließende Entwicklung der DEHOMAG stellte die Tabelliermaschine **D11** dar. Sie wurde am 22.9.1935 in Berlin erstmals hausintern vorgestellt. Auf Basis der Arbeiten von Weinlich und Kölm hatte sie Dipl. Ing. Hans Gross entwickelt (Vortrag Dr. E. Aikeles am 6.4. 1988, dokumentiert vom Autor) und alle jene Einrichtun-

gen eingebaut, die die wirkliche „**Universal tabelliermaschine**“ ihrer Zeit ausmachten:

1. *Arithmetische Eigenschaften:*

- Drei Saldierwerke und fünf Addierwerke mit je 11 Dezimalstellen. Die ersteren waren übernommen worden von der von C.D. Lake und G.F. Daley entwickelten Tabelliermaschine IBM 285, jedoch erweitert auf je 11 Stellen pro Rechenwerk.
- Saldier- und Addierwerke wurden auf Befehl automatisch auf 99 999 999 999 gelöscht, um bei Erstaufnahme jeglicher Zahl nach Löschung einen Übertrag von der werthöchsten Stelle in die Einerstelle zu generieren. Solche Überträge wurden per Kontakt beobachtet zur vollautomatischen Steuerung des *Saldenrelais* (siehe auch Seite 2), d.h. ab D11 konnten Saldenvorzeichen erstmals konditional und selektiv Funktionen automatisch steuern.

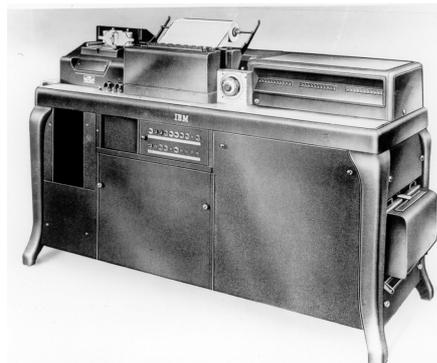
2. *Eigenschaften der Ablaufsteuerung:*

- Die Basis für die Ordnungsmerkmal-Steuerung bildete eine Vergleichereinheit mit 16 dezimalen Positionen. Damit wurden Änderungen von Ordnungsmerkmalen in dreistufiger Hierarchie Unterhaupt- und Übergruppe automatisch erkannt und davon abhängig Funktionen in den Zwischengängen gesteuert.
- Variable Zwischengangzahl bis max. neun, erlaubte mehrgliedrige Rechenoperationen in bisher nicht vorhandenem Umfang. Die Zwischengangsteuerung ermöglichte konditionales Überspringen von Zwischengängen (später genannt „go to“).

3. *Anwendungsaspekte.*

- Der Anwendungswechsel vollzog sich rasch per auswechselbarer Schalttafel: ein neuer Standard!
- Das Druckwerk wurde per Befehl aufgerufen. Es hatte 7 Blöcke à 11 Druckstellen und eine Vorzeichenstelle.
- Die erstmals elektrisch gesteuerte Druckpapier/Formular-Vorschubsteuerung per sogenanntem *Zeilenautomat* erlaubte das Drucken anspruchsvoll gegliederter Listenbilder.
- Summenlocher als auch -ab 1937- Summenstanzer **Typ 560** wurden per Befehl aufgerufen.

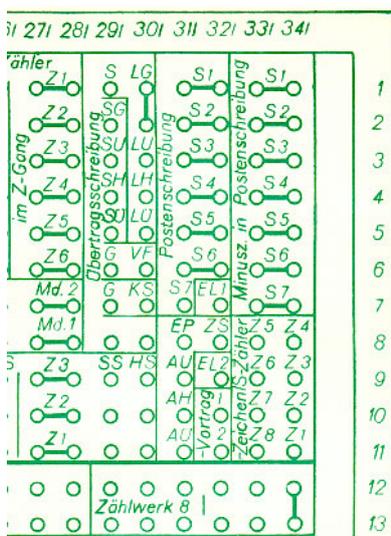
4. Die Tabelliermaschine D11 am Markt. Um die 1100 D11 liefen bei Kunden aller Branchen. Die Kreisparkasse Saarbrücken erhält in 1948 zwei D11 mit „durchschlagendem Erfolg“ (nach Chronist H. Schneider). Noch 1960 sind einige in Nutzung.



2.7 Die Nutzung des Hollerith-Lochkartenverfahrens erforderte die Strukturierung einer kompletten Anwendung nach Belegmaterial und deren Ablochung in Lochkarten, evtl. Prüfen auf Validität, Sortieren in die für einen bestimmten Anwendungsteil erforderliche Reihenfolge. Am Ende dieser Kette steht die Tabelliermaschine für den Druck der Posten, die Ergebnisrechnung und den Ergebnisdruck. Die von Beginn (1905) an universell strukturierten Hollerith-Tabelliermaschinen mußten auf eine spezifische Anwendung hin vorbereitet werden durch Vorbereitung der Datenwege und die Vorbereitung der Ablaufsteuerung. Dieser Vorgang bildete den Abschluß obiger Strukturierung der Anwendung. Bis in die Zeit vor Weltkrieg II wurde dies „das Schalten“ genannt. Danach wurde dafür teilweise auch der Begriff „programmieren“ benutzt, in Anlehnung an die Terminologie der aufkommenden elektronischen Datenverarbeitung.

Das „Schalten“ bezog sich von 1905 bis 1932 auf ein eingebautes Steckbuchsenfeld mit Ein- und Ausgangsbuchsen entsprechend der Kapazität der Maschinenelemente. Den Weg der „Daten“ von den Abfühlbürsten zu den Addierwerk-Eingängen, deren Summen/Salden-Ausgänge, Druckwerk-Block-Eingänge usw. mußte Stelle für Stelle mit einer Schaltschnur -einer Leitung mit Steckern an jedem Ende- geschaltet werden. Solange die „Schaltung“ nicht komplett und korrekt war, konnte die Tabelliermaschine nicht benutzt werden.

Diesen Nachteil beseitigte die ab 1933 eingeführte „auswechselbare Schalttafel“. Sie erlaubte die Umstellung von einer Anwendung zur nächsten in Sekunden, so z.B. bei den DEHOMAG Tabelliermaschinen BK und D11. Die D11 hatte eine Schalttafel mit 2040 Buchsen (1 - 60 waagrecht & 1 - 34 senkrecht), die Abb. unten zeigt einen Teil davon im *Steuerungsteil*, der etwa 1/3 beanspruchte.



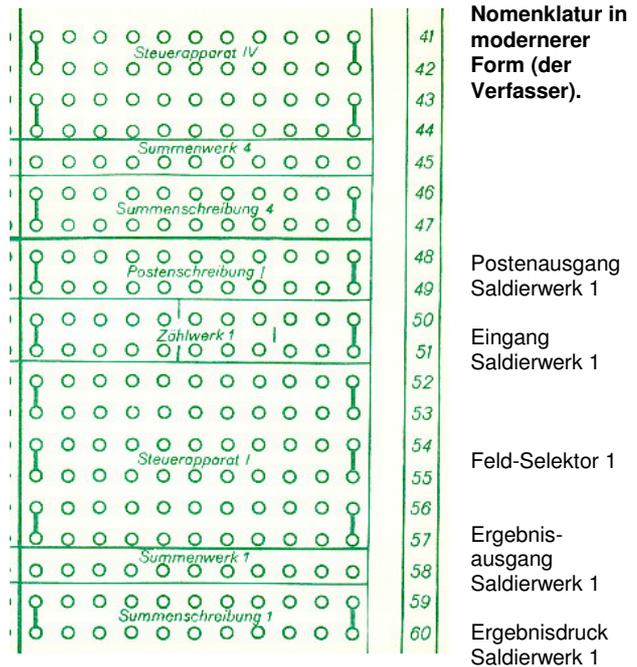
Anmerkung:

Das Bild links zeigt die Schalttafel in der Stellung, in der sie „geschaltet“ wurde durch den Nutzer.

Vor dem Einsetzen in die D11 wurde sie um 90° nach links gedreht und „verriegelt“.

2/3 der Schalttafel waren vom *Datenweg-Teil* belegt. Beides, Steuerung und Datenwege „schaltete“ der Benutzer mit Schaltschnüren entsprechend seiner Anwendung.

Das folgende Bild zeigt einen Teil vom *Datenwegteil* der Schalttafel mit Elementen von Saldierwerk 1.



In Deutschland führten Banken Konten auf Kontenkarten. Zwecks maschineller Führung dieser hatten schon die Tabelliermaschinen IIB und BK dafür eine Zusatzeinrichtung, ebenso die D11. Letztere waren teils noch Mitte der 1950er Jahre im Einsatz.

2.8 Quellenangaben

Liste der Bildquellen in der Abfolge in den den Textspalten.

Titel	Quelle
Tabelliermaschine IIB	IBM Archiv
Hollerith-Lochkarte 1928	Graphik des Autors
Direktsaldierendes Rechenwerk desgl. Querschnittzeichnung	IBM Corporate Archive Graphik des Autors auf Basis D11-dir. sald. RW.
Tabelliermaschine BK	IBM Nachrichten
Tabelliermaschine D11	IBM Nachrichten
Schaltvorlage D11, Steuerungsteil	IBM Form 76 519
Schaltvorlage D11, Datenwegteil	desgl.

Quellennachweise.

Maul, M	„Die elektrischen Lochkartenmaschinen“, ETZ 12-1927
Autor nicht genannt	„Die schreibende Tabelliermaschine BK“, Hollerith-Nachrichten 1933
Autor nicht genannt	Festschrift „25 Jahre DEHOMAG“, 1935
Autor nicht genannt	„Die Tabelliermaschine D11“, 1936
Schneider, Horst	DV in Kreditinstituten, Autorengruppe, Kreissparkasse Saarbrücken, Seiten 25-31, 1976
Bashe, C. and others	„IBM's Early Computers“, MIT Press 1986
Aikele, Dr. Erwin	„Wie kam es zur D11?“ 1988
Petzold, Dr. Hartmut	„Moderne Rechenkünstler“, C.H. Beck Verlag 1992
Kistermann, Dr. F.W.	„The 1935 DEHOMAG D11 Tabulator; IEEE Annals of the History of Computing, Vol.17, Nb. 2, 1995

Epoche 3

Der Zenit der Lochkartenmaschinenzeit in den 1950er Jahren, DV Produkte von IBM in USA und Europa.

Elektromechanische Datenverarbeitung ist vielseitig und effizient. Ihre Nutzer haben in vielen Branchen und Institutionen neue Anwendungsgebiete geschaffen.

Die schnell Alphabetzeichen druckende Tabelliermaschine wurde Mitte der 1950er Jahre auch in Europa Standard, noch gab es vereinzelt rein numerische Anwendungen. Erstmals erlaubte die Steuerung der Anwendung durch eine auswechselbare Schalttafel zusammen mit der Steuerung des Listenbildes mittels eines Lochstreifens sehr kurze Rüstzeiten. Als Option konnten zwei verschiedene Listen -mit inhaltlichem Zusammenhang- in einem Maschinendurchgang gleichzeitig erstellt werden.

Die Anforderungen an die Arithmetik wurden durch relativ grosse Saldierwerk-Kapazitäten in Parallelbetrieb mit vollautomatischer Vorzeichensteuerung erfüllt. Die Ablaufsteuerung erlaubte mehrgliedrige Rechenoperationen durch steuerbare Zwischengang-Anzahl und Vorwärtssprung (nur Europa).

Die Alphabetdruckende Tabelliermaschine war „die Verarbeitungseinheit“ der damaligen Lochkartenzeit: sie produzierte gedruckte Ergebnislisten, Lieferscheine, Rechnungen, Kontenauszüge, Journale usw., Versandpapiere mit dreizeiliger - aus einer einzigen Adress-Lochkarte gelesenen - Anschrift.

Für Anwendungen, die intensive Rechenarbeiten beinhalteten, wurden weiter entwickelte Rechenlocher eingesetzt. Vier Grundrechenarten standen zur Verfügung. Saldierwerk-kapazität und Speicherkapazität sowie variable Ablaufsteuerung waren Standard. Solche „Zubringermaschinen“ konnten gleichzeitig die eingesetzte Tabelliermaschine entlasten.

Auch in Europa griff das elektronische Rechnen ab etwa Anfang der 50er Jahre, dies wird in Epoche 4 ausführlicher beschrieben. Doch unabhängig davon war die Epoche 3 gekennzeichnet durch den gezielten Einsatz elektronischer Komponenten in Lochkartenmaschinen, deren Leistung gesteigert werden sollte. Dazu drei Beispiele: 1. die Kartenlocher und Prüfer waren - nach Anschlägen/min. - schneller geworden als ihre Nutzer und Kartenlocher konnten den Spalteninhalt synchron zum lochen auch drucken und sie konnten als Option automatisch Prüfzahlen erstellen; 2. die Kartendurchlaufzeiten bei Lochkarten-Sortierern und -Mischern waren erheblich kürzer; 3. Neuland wurde betreten mit elektrisch gelesenen Graphitstrich-Markierungen, sie liessen das manuelle Ablochen bei manchen Anwendungen teilweise entfallen.

Die beim Anwender erforderliche Gesamtkapazität an Datenverarbeitungsleistung -z.B. gemessen an der Zahl der die Maschinen durchlaufenden Lochkarten pro Zeiteinheit- wurde dabei -unverändert zu früher- bereitgestellt *durch die Anzahl Maschinensätze* und dessen Personal. DV Abteilungen waren im Unternehmen überwiegend zentral organisiert, es waren „geschlossene“ Serviceabteilungen, die Urbelege erhielten und Ergebnisse in den oben schon genannten Formen ihren servicenehmenden Fachabteilungen zur Verfügung stellten.

	Inhalt	E 3 Seite
3. 0	Einführung	1
3. 1	Lochkartenzeit nach dem 2. Weltkrieg	2
3. 2	Lochkartenzeit nach dem 2. Weltkrieg in Europa	3
3. 3	Massenaufkommen an Schecks bei Banken	4
3. 4	Steuerungskonzepte und Tabelliermaschinen	
3. 5	Bildteil und Quellenangaben	5

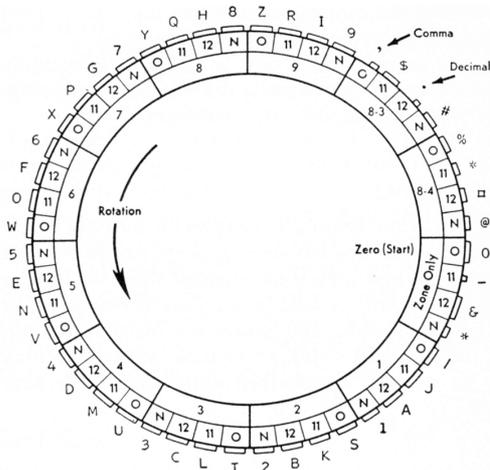
3.1 Die Lochkartenzeit nach Weltkrieg II.

Im Bereich der Datenverarbeitung hinterließ Weltkrieg II Spuren. Der Wiederaufbau in Europa band Mittel, die für Neuinvestitionen zunächst nicht zur Verfügung standen. Doch konnte man zurückgreifen auf Geräte, die den Weltkrieg II mehr oder weniger gut überstanden hatten. Da waren z.B. DEHOMAG Tabelliermaschinen D11, außerdem gab IBM USA ältere, alfabetschreibende Tabelliermaschinen der Typen IBM 405 und 404 ab. Beide Arten unterstützten -restauriert in der Bundesrepublik Deutschland- den Neuanfang.

In USA waren alfabetschreibende Tabelliermaschinen bereits überwiegend eingesetzt, allerdings mit nicht immer befriedigendem Umfang des Zeichenvorrates, der Druckgeschwindigkeit und der arithmetischen Leistung. Dies führte zur Entwicklung der Tabelliermaschine IBM 407 mit völlig neuartigem Druckwerk, dessen Grundidee auf eine Entwicklung der DEHOMAG Berlin in den 1940er Jahren zurück ging.

Der Druckwerk-Ansatz per Typenstange impliziert vertikale Auf- und Abwärts Bewegung derselben. Der *Minimalzeichensatz* für Alphabetdruck ist 0-9 und A-Z sowie zwei Saldenzeichen wie z.B. + und -, d.h. insgesamt 38 Zeichen. Je größer der Zeichensatz, umso länger der vertikale Weg. Daher konnte der Wunsch nach mehr Sonderzeichen mit dieser Methode nicht erfüllt werden.

Dies führte zum nur vorwärts drehenden, elektromagnetisch gesteuerten Rad als Träger des Zeichensatzes: dem *Typenrad*. Dieses trägt bei IBM 407 an seinem Umfang die Zeichen 0-9, A-Z und zusätzlich 11 Sonderzeichen. Die Typenrad-Aufhängung besorgte eine Schwinge, das Typenrad wurde so selbst „zum Hammer“, das über Farbband den Druck auf's Papier brachte. Dieses Prinzip erlaubte die damals für alfabetschreibende Maschinen hohe Geschwindigkeit von 9000 Zeilen pro Stunde, engere Bauweise des Druckwerkes und exakte Typenpositionierung während des Druckvorganges. Das Ergebnis: ein qualitativ exzellentes Druckbild. Die folgende Abbildung zeigt ein Typenrad der IBM 407, schematisch und von der Seite.



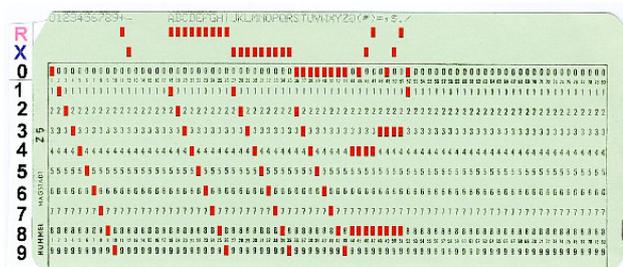
IBM 407 kam 1949 auf den Markt, gleichzeitig mussten neue Kartenlocher und Prüfer bereitgestellt werden, um die neuartigen Zeichenkombinationen bearbeiten zu können. Diese werden weiter unten beschrieben.

Wichtige Eigenschaften der IBM 407 waren:

- Druckwerk: 120 Stellen, 12 Zoll breit, Zeilendruck erfordert *nur einen* Maschinentzyklus, Druckgeschwindigkeit 150 Zeilen pro Minute, Elektrische Nullendrucksteuerung via Schalttafel. Papiervorschub erstmals per Lochstreifensteuerung und dadurch kürzester Rüstzeit.
- Kartentransport wie üblich, jedoch mit statischer Abführung an zwei Stationen. Dadurch wird Mehrzeilenschreibung aus einer Karte elegant durch elektrische Feldselektion realisiert..
- Max. Saldierwerk-Kapazität beträgt 160 Stellen, gruppiert in 3er, 4er, 6er und 8er Dezimalstellen. Vollelektrische Steuerung der Zehnerüberträge, dadurch Kopplung mehrerer Saldierwerke, wenn Anwendungen dies erfordern. Erstmals sind Mini-Saldierwerke in einem Serienprodukt eingesetzt.
- Optional stehen für Anwendungen, die zusätzliche Speicherkapazität erfordern, 4 je 16 stellige elektromechanische Speicher zur Verfügung, mit insgesamt 64 numerischen oder 32 alphanumerischen Positionen.
- Die Ablaufsteuerung erfolgt hierarchisch nach Unter-Haupt-Über- und Final-Gruppe mit je einem Zwischengang.
- Automatische Ergebnisabklochung über einen gekoppelten Summenstanzer IBM 514/9, Bild unten.

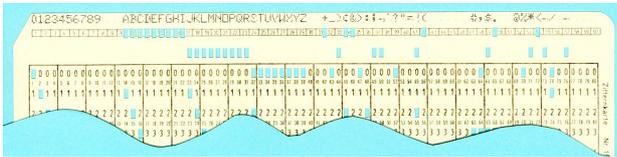


Das im Bild links gezeigte IBM 407 Typenrad benötigt die Lochkartenkodierung -wie unten gezeigt- in der Abfolge 0-9, A-Z und Sonderzeichen. Die



Lochung dieser Kodierung stellten die ebenfalls neu entwickelten Locher IBM 024 und 026 her. Beide unterschieden sich dadurch, daß der

Kartenlocher IBM 026 gleichzeitig mit dem Lochvorgang die gelochten Zeichen auch an den oberen Kartenrand druckte und so z.B. bei Anwendungen, die Karteikarten nutzten, kein Arbeitsgang auf dem Lochschriftübersetzer erforderlich war.



Eigenschaften von IBM 024 / 026:

- der Maschinenzklus erlaubte es, die Tastatur mit zehn Anschlägen pro Sekunde zu bedienen.
- Kürzeste Rüstzeit bei Anwendungswechsel durch Programmtrommeltausch oder Programmkartentausch. Die vom Bediener erstellte Programmkarte enthält Steuerbefehle für duplizieren, springen, drucken und gibt die Feldcharakteristik wie numerisch, alphabetisch, Schreibunterdrückung usw. an.

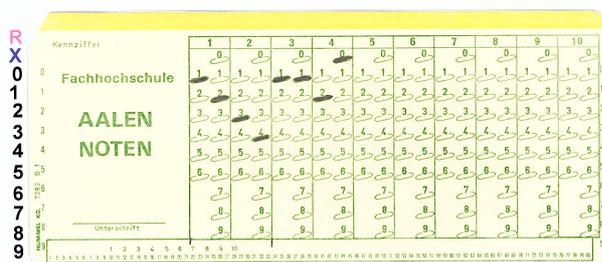
Das Pendant zu 024/026 war der Kartenprüfer IBM 056 mit weitgehend gleicher Charakteristik.

An dieser Stelle muss die 1948 auf den Markt gekommene elektronische Sortiermaschine IBM 082 genannt werden, deren Kartendurchlaufgeschwindigkeit 39 000 Karten/Stunde betrug und dadurch die Sortierzeit fast halbierte. Ein großer Vorteil für die Sortierung großer Datenbestände.

Eine neuartige Zusatzeinrichtung zu Kartendopplern, z.B. IBM 513 / 514 und später 519, kam 1950 auf den Markt. Damit konnte Datenerfassung erstmals vereinfacht werden dadurch, daß vor Ort, z.B. der „Zählerstand Neu“ durch den Ableser direkt als Graphitmarkierung in die Lochkarte eingetragen und später in der DV Abteilung automatisch in Lochschrift umgesetzt wurde. Maximal konnten 27 Markierungen = 27 dezimale Stellen genutzt werden.

Dieses Verfahren wurde auch „Mark Sensing“ genannt, weil das Zeichenlesen mittels eines elektronischen Sensors durchgeführt wurde.

Die unten gezeigte Zeichenmarkierungslochkarte wurde z.B. bis Ende der 80er Jahre a.d. Fachhochschule Aalen als Ergebniskarte bei Prüfungsarbeiten von Studenten benutzt. Die vertikale Höhe der Graphit-Markierung entspricht dem numerischen Wert. Mit zwei einfachen Maschinenläufen erstellte die DV-Abteilung in kürzester Zeit eine Ergebnisliste für den Prüfungsverantwortlichen.



3. 2 Lochkartenzeit nach Weltkrieg II in Europa.

Bestimmte USA-Neuentwicklungen standen am europäischen Markt nicht oder nur bedingt zur Verfügung, außerdem war ihr Preis aufgrund der Währungsrelationen hoch. So lag die Monatsmiete für eine voll ausgerüstete Tabelliermaschine 407 bei 4.600 DM, dagegen bei 2600 DM für eine D11. IBM Frankreich hatte in Paris eine kleine Gruppe zur Entwicklung einer alphabetdruckenden Tabelliermaschine eingerichtet. Das Ziel war eine Druckgeschwindigkeit von 6000 Zeilen pro Stunde und wie bei IBM 407, sollte eine *Alphabetzeile in einem Maschinenzklus* gedruckt werden können. Die Vorläufer benötigten dafür zwei Maschinenzyklen und in Zwischengängen war Alphabetdruck nicht möglich. Anfang der 1950er Jahre wurde das daraus resultierende Produkt IBM 421 angekündigt. Zwar nutzte dieses wiederum das Typenstangendruckprinzip, doch mit einer völlig neuartigen Antriebssteuerung pro Typenstange.

Aufgrund ihrer Universalität war die 421 außer in Europa ein bis Nahost, Fernost, Afrika, und Südamerika gefragtes Produkt. Es wurde in Frankreich-Esonnes und in der BRD in Sindelfingen produziert, der Einsatz modernster Leichtmetall-Legierungen brachte 1957 die Druckgeschwindigkeit auf 9000 Alphabetzeilen pro Stunde. IBM Frankreich produzierte bis Anfang der 1960er Jahre rund 6000 und IBM Deutschland rund 2500 Einheiten.



Die Haupteigenschaften der IBM 421 waren:

- Druckwerk 100 Stellen, 15 3/4 Zoll breit, Druckgeschwindigkeit 100, ab 1957=150 Zeilen/min, Papier/Formular-Vorschub per Lochstreifensteuerung. Optional: Doppelter Lochbandvorschub, damit konnten z.B. bei *Bankenanwendungen* gleichzeitig zwei verschiedene Formulare gedruckt werden: Buchungstreifen -links- und Journal rechts. Mechanische Nullendrucksteuerung pro Druckstelle.
- Kartenlesung an drei Stationen der Kartenbahn, desgl. bei Mehrzeilenschreibung aus einer Karte.
- Die max. Saldierwerkkapazität betrug 120 dezimale Stellen in 2er, 4er, 6er und 8er Gruppen, d.h. modulare Struktur und einfache Koppelbarkeit nach Bedarf der einzelnen Anwendung.
- Optional gab es für Anwendungen, die zusätzliche Speicherkapazität erforderten, 4 je 16 stellige elektromechanische Speicher mit insgesamt 64 numerischen oder 32 alphanumerischen Stellen.

- Automatische Ergebnisablockung erfolgte durch gekoppelte Summenstanzer vom Typ IBM 513, 514 oder 519.
- Die Ablaufsteuerung der IBM 421 erfüllte europäische Anforderungen, mehrgliedrige, arithmetische Operationen auch mit der Tabelliermaschine ausführen zu können. 9 konditional repetierbare und selektiv vorwärts überspringbare Zwischengänge konnten ausgeführt werden. In Anlehnung an die aufkommende elektronische Datenverarbeitung wurden Zwischengänge i.d. Zeit auch teilweise „Programmgänge“ genannt.
- Die Realisierung von Datenfluß und Ablaufsteuerung erfolgte -wie bei IBM 407- aufgrund der relativ umfangreichen Saldierwerke und Speicher mittels einer großen, vierfeldrigen, schnell auswechselbaren Schalttafel mit $4 \times 32 \times 40 = 5.120$ Positionen. Jede Grundanwendung wurde durch den Nutzer auf einer Schalttafel „geschaltet“ mittels Steckverbindungen. Mitte der 1950er Jahre führte sich dafür der Begriff „Programmierung“ ein, entlehnt von der aufkommenden elektronischen Datenverarbeitung.

Eine Sonderform der IBM 421 stellte die IBM 441 dar. Zwei unabhängige Lochkarten-Lesestationen ermöglichten z.B. Adresskarten auf einer und Artikelkarten-Lesen auf der andern Kartenbahn, um damit z.B. Rechnungen zu erstellen. Der normalerweise erforderliche Mischerlauf -bei großen Kartenzahlen aufwändig- war nicht mehr erforderlich.

Wie in der Einleitung zu Epoche 3 bereits erwähnt, wurde großer Bedarf an Tabelliermaschinen-Leistung durch die entsprechende Anzahl solcher abgedeckt. Anwender mit um die 10 Tabelliermaschinen in der zentralen Lochkartenabteilung waren keine Seltenheit. Ein Beispiel soll dies illustrieren: Die Farbwerke Höchst hatten 1955 zu entscheiden, welche elektronische Großrechenanlage eingesetzt werden sollte, um den steigenden Bedarf an Leistung abzudecken. Grundlage dazu war das Mengengerüst an Buchungsvorgängen, die bis dahin schon für die verschiedenen Arbeitsgebiete mit Lochkartenmaschinen zu bewältigen waren. Es war ein Datenbestand von *12 Millionen* Lochkarten mit *20 Sätzen* Lochkartenmaschinen zu bearbeiten. Ein Satz bestand aus einer Tabelliermaschine und der zusätzlich erforderlichen Maschinenkapazität zum lochen, prüfen, sortieren, mischen und rechnen der Lochkarten.

3.3 Im Bankwesen waren damals *Schecks* in großer Zahl zu verarbeiten. Lochkarten konnten dabei nicht angewandt werden. IBM brachte dafür die *Scheckabrechnungsmaschine* Typ **801** in 1934 auf den Markt. Sie stand in Deutschland nicht zur Verfügung, jedoch ihre Nachfolgemodelle **802/3** ab 1949. Sie wurden in den 1950er Jahren von Banken, Bausparkassen und Versicherungen in großer

Zahl benutzt, um das Scheckaufkommen effizienter zu bearbeiten. Eingegangene Schecks wurden erfasst, abgestempelt -indossiert- und sortiert in einem einzigen, manuell eingeleiteten, jedoch dann automatisch ablaufenden Vorgang. Früher erforderte dies drei verschiedene Vorgänge. Das Ergebnis war in 32 Sortierfächer -einer Trommel- abgelegte Schecks, gedruckte Kassenstreifen pro Sortierfach mit Einzelscheckwert und Sortierfachsumme sowie ein gedruckter Gesamt-Journalstreifen.

3.4 Nach diesem Seitenblick in ein Spezialgebiet der Geldinstitute, soll zusammenfassend die **Steuerung der Tabelliermaschinen** in den Epochen 2/3 eingeordnet werden, um den Übergang zu späteren Steuerungsarten deutlich zu machen.

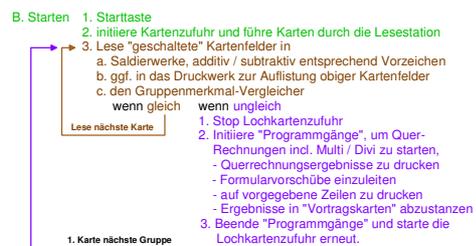
Die Steuerung der Tabelliermaschinen von 1921 bis 1950 war prinzipiell abhängig davon, daß Lochkarten durch die Maschine liefen, deren Bearbeitung gesteuert wurde durch **Ordnungsbegriffe** und deren Änderung einerseits, und später durch eine *Hierarchie von Ordnungsbegriffen*, genannt Unter- Haupt- Über- und Generalgruppe andererseits. Die arithmetische Bearbeitung folgte der zuvor festgelegten Schaltung, doch konnte sie durch Kennlochungen in Lochkarten modifiziert oder konditional in den Zwischengängen variiert werden.

Das oben Beschriebene lief für die ganze Anwendung über alle zu verarbeitenden Karten automatisch ab, mit Ausnahme von Stopps, um leergelaufene Lochkartenmagazine nachzufüllen, Tabellierpapier nachzulegen etc. (folgendes Schema):

Tabelliermaschine (z.B. IBM 421)

Grundstruktur der generellen Ablauf-Steuerung aus Anwendersicht:

A. Voraussetzungen für die Verarbeitung einer Anwendung: a. Schalttafel eingesetzt, b. "Steuerschalter" gesetzt, c. Papier/Lochband eingelegt, c. Lochkarten eingelegt.



© Hans Spengler Böttingen, 6-2004

TMSKonzept.dxf

Die Steuerung der Unikat-Rechner IBM **ASCC** und **SSEC** (1944/48) folgte dem seit Charles Babage (um 1840) bekannten „**sequence controlled**“- Konzept unter Einsatz von Lochband für die Programmspeicherung; d.h. vollkommen *unabhängig* von durchlaufenden Lochkarten.

Die Startinstruktion wurde von Adressschaltern gelesen, das Anwendungsprogramm von einem Lochbandleser. Ausgangswerte eines Rechenprogramms konnten z.B. auch von Konstantenschaltern gelesen und Ergebnisse per Druckwerk ausgegeben werden. Auch K. Zuse bediente sich dieses Konzepts für seine Rechner Z1, Z2, Z3 und Z4 in den 1940er Jahren. Danach folgte das Konzept des „**speicherprogrammierten Computers**“ nach John von Neumann.

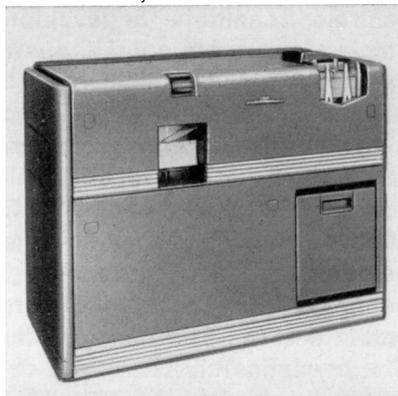
3.5 Bildteil und Quellenangaben.

Um einige, im Text erwähnte Maschinen der Epoche 3 im Bild zu zeigen, wurde die folgende Auswahl getroffen. **Jahreszahl** = Ankündigungsjahr.

Postenumdrucker **IBM 954**, beschrieben in Epoche 2, **1939**



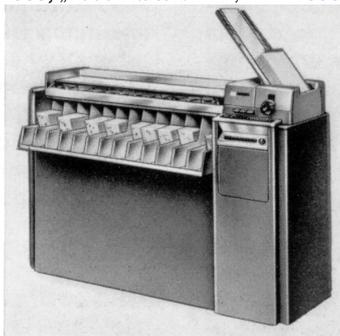
Rechenlocher **IBM 602A**, **1948**



Schreiblocher **IBM 026**, **1949**

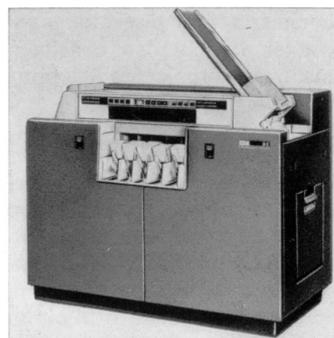


Sortierer **IBM 083**, „1000 Karten/min“, **1955**



Kartenmischer **IBM 088**,

1958



Quellenangaben

Liste der Bildquellen in der Abfolge der Textspalten.

<i>Titel</i>	<i>Quelle</i>
Typenrad IBM 407	Reference Manual 407 Accounting Machine, Form A24-1011-1
IBM 407 mit IBM 514	wie oben
Lochkarte mit 407 Lochung	Graphik des Autors
Lochkarte-Ausschnitt, erstellt mit IBM 026 Schreiblocher	Graphik des Autors
Lochkarten für Zeichenmarkierung mit 27 Positionen	Graphik des Autors
IBM 421 Tabelliermaschine	IBM Deutschland Altarchiv
Grundstruktur der Ablaufstg. von IBM Tabelliermaschinen	Graphik des Autors
Postenumdrucker IBM 954	Einführung i.d. Lochkartenverfahren, IBM D, 1955, Form 724-4769-22
Rechenlocher IBM 602A	Einführung i.d. Lochkartenverfahren IBM D, Form 74012
Schreiblocher IBM 026	desgl.
Sortierer IBM 083	desgl.
Mischer IBM 088	desgl.

Quellennachweise.

Autor nicht genannt	Proof Machine IBM 801, CE Manual of Instruction, Form 22-3693, 1947
Autor nicht genannt	Reference Manual 407 Accounting Machine, Form A24-1011-1, 1950
Autor nicht genannt	Handbuch IBM 421, Form 724-3-4844, 1952-6
Mürle A.	IBM HQ-Marketing Staff Liste 1960
Gamer Berthold	Zeitschr. für Handelswissenschaftl. Forschung 1961-7 : Planung & Einsatz elektronischer DV im chemischen Großunternehmen.
Stulle Peter	Der Beginn der direkten Belegung mit IBM 513, zitiert bei der Vorstellung von IBM 1287 in INA 1966-12
Bashe Charles and others	IBM's Early Computers MIT Press 1986

Epoche 4

IBM startet in's elektronische Rechnen 1942.

Pionierzeit der elektronischen Datenverarbeitung.

Die Motivation für den Versuch, elektronische Technik zum Zwecke des Rechnens einzusetzen, war in der Zeit des 2. Weltkrieges zunächst der erhoffte Geschwindigkeitszuwachs, später auch, komplexere Aufgaben lösen zu können, als dies die damaligen elektromechanischen Geräte erlaubten. Grundsätzliche Überlegungen führten zu dem Ergebnis, man könne um die Faktoren 10^2 - 10^3 schneller werden.

Die prominenteste Arbeit war die von Dr. John Mauchly und J. Presper Eckert zur Entwicklung der ENIAC* an der University of Electrical Engineering Philadelphia von 1942 bis 1946. Effizientere Geschosßbahn-Berechnung für die Verteidigung war das Ziel. Doch führte ENIAC weit darüber hinaus als „Katalysator“, ohne diese Maschine hätte John von Neumann „Das Konzept des speicherprogrammierten Computers“ nicht verfassen können.
*ENIAC= *Electronic Numeric Integrator and Computer.*

Weniger prominent - doch sehr wirksam ab 1945 - war der Auftrag, den Ralph L. Palmer, Leiter einer Gruppe des IBM Entwicklungslabors Endicott USA, Anfang 1941 an Byron E. Phelps gab: er sollte untersuchen, wie Vakuumröhren dazu beitragen könnten, die Multiplikation zu beschleunigen, die damals bei elektromechanischen Geräten bis in den zweistelligen Sekundenbereich reichte, je nach Faktorengröße. Phelps schloß seine Arbeit vorläufig mit gutem Ergebnis ab: sein Experimental Electronic Multiplier funktionierte Ende 1942, doch es stand Wichtigeres an, das Projekt wurde ad acta gelegt. Thomas Watson jr. beauftragte H. Dickinson 1945, einen elektronischen Rechner zu bauen. So konnte Phelps sein Projekt vollenden, 1946 wurde es als IBM 603, *Elektronischer Multiplizierer*, auf den Markt gebracht. Es war der erste, industriell gefertigte elektronische Rechner.

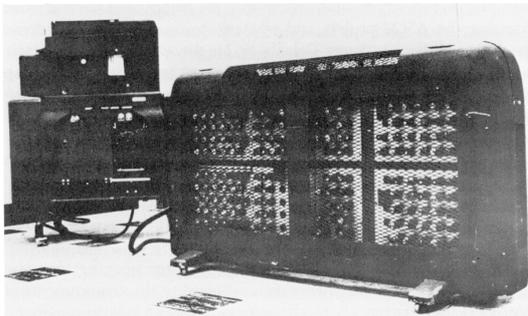
Folgeprodukte von IBM USA waren IBM 604 (1948), IBM CPC (1949). IBM Frankreich entwickelte für Europa die IBM 626 (1956), 421e (1956) und 628 (1959). Die Produktion der IBM Deutschland war auf 604 und 626 ausgerichtet und 1959 lieferte das Werk Sindelfingen den 500. Rechner IBM 604 aus. DV Abteilungen vieler Unternehmen nutzten ihn. Rechnen war jetzt *ein elektronisch schneller Teilschritt* für viele Insellösungen in der damaligen Anwendungspalette *elektromechanischer* Datenverarbeitungsmaschinen.

	Inhalt	E4 Seite
4. 0	Einführung	1
4. 1	Warum Elektronenröhren für's Rechnen?	2
4. 2	Ansatz der IBM für die Multiplikation, IBM 603 und 604	
4. 3	IBM 604 im Marktraum Europa, Produktion Sindelfingen	
4. 4	IBM 604 als System mit gekoppelter IBM 421	3
4. 5	IBM 626, IBM 421e und IBM 628	
4. 6	IBM Card Programmed Calculator CPC	
4. 7	Kreditinstitute und IBM Produkte dieser Epoche	
4. 8	Zusammenfassung	4
4. 9	Quellennachweise	
4. 9.1	Technik-Anhang	5

4. 1 Ein wichtiger Entwicklungsschritt bei Tabelliermaschinen erfolgte in den 1930er Jahren durch die Schreibung *alphabetischer Begriffe wie Adresszeilen, Bezeichnungen Ordnungsbegriffe etc.* Diese Funktion wurde ab 1934 zusätzlich zum angestammten addieren, subtrahieren und saldieren erfüllt. Rechenarten wie Multiplikation und Division wurden je durch fortgesetztes Addieren bzw. Subtrahieren realisiert.

Die Maschinenzkluszeiten im Bereich von 0,6 - 0,4 Sekunden - je nach Maschinentyp - führten zu Rechenzeiten im Sekundenbereich, abhängig von der Stellenzahl der beteiligten Faktoren. Ein Beispiel: 8 stelliger Multiplikand mal 6 stelliger Multiplikator -99 999 999 x 999 999- erforderte $6 \times 9 = 54$ Maschinenzyklen. Bei 0,4 sek. Zykluszeit läuft dies zur Gesamtzeit von 21,6 sek. für dieses Multiplikationsbeispiel auf.

4. 2 Genau hier lag der Ansatz der IBM Entwickler in 1941, neue Wege zu erschließen, um die Rechenzeiten für Multiplikation und Division zu verkürzen. 1942 war der *IBM Experimental Electronic Multiplier* fertiggestellt. Durch den 2. Weltkrieg wurden andere Prioritäten gesetzt, die Weiterentwicklung danach führte zum *Electronic Multiplier IBM 603*, der im September 1946 auf der National Business Show in New York vorgestellt wurde.



Elektronischer Multiplizierer IBM 603,

Die auf 100 Maschinen begrenzte Produktion war bereits in kurzer Zeit vermietet und so erfolgversprechend, daß die Weiterentwicklung zum alle vier Grundrechnungsarten ausführenden *Electronic Calculator IBM 604* erfolgte, der am Markt 1948 zur Verfügung stand.

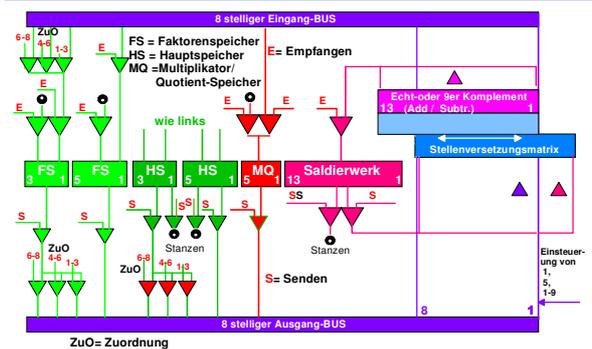
Wichtige Leistungsdaten des IBM 604 sind:

- Lochkarteneingabe in elektronische Speicher.
- Rechnen im 13 stelligen elektronischen Saldierwerk, elektronische Stellenversetzung, Ergebnis-Zwischenspeicherung in elektronischen Speichern. Saldierwerk und Speicher arbeiten zwar noch mit dem „Zählradprinzip“, jedoch voll elektronisch.
- Ergebnis-Ausgabe in *dieselbe* Lochkarte, aus der die Faktoren gelesen wurden.
- Die elektronische Zykluszeit von 500 Mikrosekunden erlaubte es, Programme mit bis zu 60 Programmschritten auszuführen bei kontinuierlichem

Kartenlesen und Stanzen mit 100 Karten/min.

- Die Programmsteuerung erfolgte mittels elektronischem Programmschrittzähler und schnell auswechselbarer Schalttafel, d.h. der Wechsel von einer Anwendung zur nächsten erforderte nur wenige Handgriffe und Sekunden.
- Für das obige, 6×9 stellige Multiplikationsbeispiel benötigt die IBM 604 nur 27 ms, d.h. die Rechenzeit war etwa um den *Faktor 1000* kürzer, verglichen mit elektromechanischen Maschinen.

Rechenstanzer IBM 604, Schema der arithmetischen Einheit



© Hans Spengler Böttingen 1994/2004. Quelle: IBM 604 CE Manual of Instruction Form

604RSTdatatf02.dxf

Die Rechenleistung des IBM 604 war so überzeugend, daß er überall dort, wo große Datenmengen anfielen, die damals sogenannten Rechenlocher -wie z.B. für USA: IBM 600, 601, 602 und 602A ersetzen konnte.

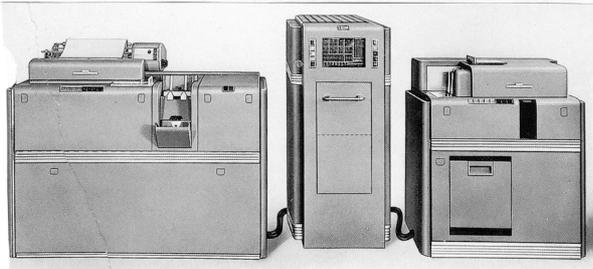
4. 3 In der Bundesrepublik Deutschland stand 604 ab 1953 zur Verfügung. Seine Nutzung lief ähnlich wie in USA und anderen westlichen Ländern überall dort, wo große Lochkartenmengen per Multiplikation / Division zu bearbeiten waren. 604 ersetzte die u.U. noch aus DEHOMAG-Zeiten stammenden Rechenlocher 621, 623 und 624, letzterer beherrschte ebenfalls die vier Grundrechenarten.

Die 604-Produktion für die Bundesrepublik Deutschland und Teile des Europäischen Raumes erfolgte im IBM Werk Sindelfingen. Dort wurden etwa 500 Rechner 604 bis 1959 gebaut. Der technische Grundbaustein war die Allglas-Minitatur-Vakuumröhre in Industriequalität auf Steckeinheit mit allen erforderlichen Stromkreisbauelementen.



Rechner 604 (links) und Kartenleser/Stanzer 521 (rechts)

4.4 Die Anforderung, elektronisch errechnete Ergebnisse nicht nur in Lochkarten abzustanzen und in weiteren Maschinendurchläufen daraus gedruckte Listen, Rechnungen, Lieferscheine, Kontoauszüge usw. entstehen zu lassen, sondern Ergebnisse *direkt* zu drucken, führte zur Koppelung der IBM 604 mit einer Tabelliermaschine in Sonderausführung. Europäische IBM Kunden haben dafür die Kombination IBM 604-521-421k eingesetzt



Die Tabelliermaschine IBM 421k (links), gekoppelt mit Rechner IBM 604 (Mitte) und Lesestanzer IBM 521 (rechts).
Quelle: IBM Deutschland Archiv

4.5 Eine andere Variante elektronischen Rechnens bot der von IBM Frankreich entwickelte elektronische Rechenlocher IBM 626 mit serieller Ergebnisabholung ab 1956 für Anwendungen, die hohe Rechenleistung und eine relativ geringe Anzahl abzulochender Ergebnisspalten benötigten. Die IBM 626 wurde im Europäischen Markt angeboten.

Der elektronische Rechenteil der IBM 626 wurde ausserdem in der IBM 421e eingesetzt, um elektronisches Rechnen auch in Tabelliermaschinen -insbesondere bei Banken- nutzen zu können.

Den Abschluß der von IBM Frankreich entwickelten Röhren-Rechner bildete der Magnetkernrechner IBM 628 von 1959. Sowohl die Rechenkapazität als auch die Ergebnissicherheit wurde noch einmal gesteigert. Hier einige Kenndaten:

- Saldierwerk 16 stellig
- 40 Speicher à 8 Stellen plus Vorzeichen
- Sicherheitkodierung (Bi-Quinär-Kode).
- 160 Programmgänge
- Logik: Vakuumröhren und Germaniumdioden
- Speicher: Magnetkerntechnik

4.6 Hier muss noch eine weitere -in dieser Zeit- besondere Entwicklung genannt werden, die ab 1949 am Markt war: die IBM CPC (CPC= card programmed calculator). Dieser bestand aus einer Kombination aus Tabelliermaschine, Rechner 604 und Kartenleser-Stanzer, jedoch alle in Spezialausführung für technisch-wissenschaftliche Aufgaben, die *sehr viele Programmschritte* benötigten, für die jedoch noch keine preiswerten Rechner zur Verfügung standen. An dieser Stelle soll die CPC kurz



Rechner IBM 628 (links), IBM 421k (Mitte) und Lochkarten-Abfüh- und Stanzeinheit IBM 565 (rechts).

charakterisiert werden, auch, um deutlich zu machen, daß keine Anstrengung unterlassen wurde, um für komplexere Aufgaben relativ früh preiswerte Lösungen bereitzustellen.

Die Tabelliermaschine -der CPC- fungiert als „Systemsteuermaschine“. Sie liest Dreiadressmodus-Programmkarten, der Rechner führt die arithmetischen Operationen direkt aus, die Ergebnisse werden in üblicher Art von der Tabelliermaschine gedruckt und/oder gestanzt mit dem Kartenstanzer. Der Arbeitsablauf erfolgte so, daß Faktorenkarten erst in einen Relaispeicher eingelesen, danach eine Programmkarte gelesen und die Instruktion sofort ausgeführt wurde, um danach die nächste Programmkarte zu verarbeiten. Alternativ konnten die Faktoren auch in der Instruktionskarte stehen und gelesen werden. Auf diese Weise konnten z.B. 100 Programmschritte in 40 Sekunden bearbeitet werden. Beleg für den damaligen Bedarf sind die mehr als 600 in USA und 11 in Deutschland für Europa gebauten und betriebenen CPC- Anlagen. Europäische Kunden waren z.B. Rolls- Roys UK, Saab Sweden und andere.

4.7 Kreditinstituten in Deutschland waren sowohl IBM 604 als auch IBM 626 sowie IBM 421e in den 1950er Jahren für die Durchführung ihrer Rechenarbeiten von großem Nutzen; z.B. bei der Kontenführung, im Spargeschäft, im Darlehensgeschäft, im langfristigen Kreditgeschäft, im Wechseldiskontgeschäft, bei der Kontokorrent-Buchhaltung, der Effektenabrechnung usw.

In dieser Zeit ist im Kreditinstitutswesen die Lochkarte der dominierende Datenträger. Kontenblatt-Daten wurden halb-maschinell ergänzt mittels des IBM Postenumdruckers.

Die folgenden -nur beispielhaft- aufgelisteten Anwender nutzten obige Maschinentypen in ihren Lochkartenabteilungen:

- Bayerische Vereinsbank München
- Dresdener Bank Stuttgart (IBM 421e)
- Girokasse Stuttgart (IBM 604)
- Girozentrale Stuttgart (IBM 604)

- Kreissparkasse Saarbrücken: 4 x IBM 421e im Jahr 1959 (in diesem Jahr fand die Rückgliederung des Saarlandes in den deutschen Wirtschaftsraum statt)
- Oldenburgische Landesbank AG (IBM 421e)
- Sparkasse von 1822 Frankfurt (604 + 421k)

Viele dieser Anwendungen bei Kreditinstituten standen auf der soliden Basis der schon in den 1930er Jahren von diesen genutzten DEHOMAG-später IBM Lochkartenmaschinen und der von den Anwendern entwickelten Verfahren. Diese trugen die Branche in der BRD über die in Epoche 5 dargestellten Geräte hinweg, um dann sehr schnell und breit in die nächste Epoche (6) zu gehen.

4.8 Zusammenfassung

- Elektronisches Rechnen *beschleunigte Rechenoperationen um etwa den Faktor 1000* im Vergleich zu elektromechanischem Rechnen der damaligen Zeit. Eine IBM 604 ersetzte z.B. mehrere 623 (dies war ein elektromechanischer Rechenlocher aus der DEHOMAG-Zeit).
- Die Kopplung von Tabelliermaschine und elektronischem Rechner bzw. Rechenteil ermöglichte die *direkte Druckausgabe* elektronisch errechneter Ergebnisse.
- Die Anzahl der für eine Arbeit erforderlichen Lochkarten-Maschinendurchläufe wurde *reduziert* und die Ergebnisse auszuführender Arbeiten standen *früher* zur Verfügung.
- Elektronisches Rechnen war *schneller Teilschritt* vieler Insellösungen der Anwendungspalette der damaligen Datenverarbeitung geworden.

4.9 Quellennachweise

Liste der Bildquellen in der Abfolge der Textspalten.

Bildtext	Bildquelle
IBM 603 Electronic Multiplier	IBM Deutschland Altarchiv
IBM 604 Rechner	IBM Deutschland Altarchiv
IBM 604 Schema der arithmetischen Einheit	Graphik des Autors
IBM 604 mit 421 und 521	IBM Deutschland Altarchiv
IBM 628 mit 421 und 565	IBM Deutschland Altarchiv

Literaturliste

Literaturliste	Titel / Verlag / Jahr
Heffner, R.	Banken-Sparkassen, Kontokorrentverkehr, Wechsel- und Depotgeschäft, IBM Deutschland, 1957
Sauerbrunn, D.	Die Bankenbuchhaltung, ihre Organisation und technischen Hilfsmittel. 1956/7
Böhm G.	INA 1958-11 , Nr 137: „Das Banken-Heft“: Bayrische Vereinsbank München
Eberlein Dr. G.	Düsseldorf Systematischer Konten- Aufbau und Nummerierung

Esslinger A. & H. Kärcher, Stuttgart und
Götz, W.,
Dresdener BankFrankfurt/M.
Die Lochkarte in einer Großbank.

Heffner, R. IBM Deutschland Bankenspezialist
Kontenformen in der Bank
Neue Wege in der Organisation des Sparverkehrs.

Mohr Dr. J., Mainz IBM 650 im langfristigen Kreditgeschäft.

Mecklenburg Heinz, IBM Hamburg
Die Lochkarte im Spargeschäft.

Lengerenken H., Oldenburgische Landesbank Oldenburg
Wechseldiskontgeschäft im Kred. Institut mit
Lochkarten; Kontokorrentbuchhaltung.

Lauf Friederich, Frankfurter Sparkasse von 1822, Frankfurt
Kontokorrentzinsstaffel und Kontenabschluss.

Weinkauff F. Städtische Girokasse Stuttgart
Die Revision von Lochkartenabteilungen.

Nickel, Dr. W., Berlin, Rationalisierung i.d. öffentl. Verwaltung
durch Lochkarten. Große Ersparnis an
Verwaltungsaufwand bei der Bundes-
schuldenverwaltung.

Stevenson Horst Elektronische Datenverarbeitung in Kredit-
instituten, W.de Gruiter & Co Berlin, **1968**

Datenverarbeitung in Kreditinstituten, Festschrift zu „20 Jahre
Liebenzeller IBM Seminare für Kreditinstitute,
IBM Deutschland **1976**“:

Schabacker E. Interview mit Rolf Heffner
Mecklenburg H. Erinnerungen an Liebenzell
Abele P. R. Zwanzig Jahre Kreditinstitute in Zahlen
Schneider H. Erinnerungen a.d. Umstellung der
Kreissparkasse Saarbrücken 1961 auf 1401.

Bausch W. Eine Idee setzt sich durch
Muth E. Streifenleser IBM 1285 ändert die Daten-
erfassung

Kronthaler L. Datenverarbeitung im Wertpapierbereich
Steinhauser W. Auslandszahlungsverkehr mit DFÜ
Eifrig S. Wir planen ein On-line-System
Engler R. Entwicklung und Bilanz der maschinellen
Beleglesung

Pauli H. 15 Jahre DV der westfälischen Genossen-
schaften: Großrechensystem bleibt
richtungsweisend.

Stevenson H. Informationssysteme in Kreditinstituten
Fütting W. Organisation des Auslandszahlungsverkehrs
bei den westfälisch. Kreditgenossenschaften.

Starke W. Möglichkeiten und Grenzen der

Zentralisierung der Datenverarbeitung
Maurer A. Datenstationen IBM 3600 bei der
Stadtsparkasse München
Datenschutzgesetz und Kreditwirtschaft
Prozeßgesteuerte Verfahrenstech-
nik und

Selbstbedienungstechniken bei
Kreditinstituten
Klopfer D. Einsatz von informationssystemen
bei

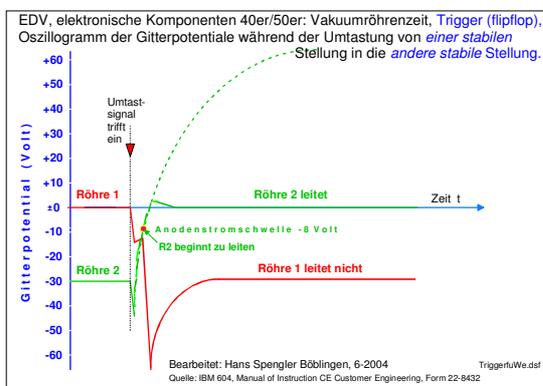
Sparkassen
Dube J. Der genossenschaftliche Datenverbund
Vilgertshofer K. Computer und Unternehmensleitung

Charles J. Bashe IBM's Early Computers, MIT Press, **1986**,
and others:

4.9.1 Technik-Anhang.

Die elektronische Technik von IBM 603, 604 und CPC basierten auf dem von B.E. Phelps IBM Endicott modifizierten Flip-Flop. Dieser seit 1919 bekannte Kreis zweier kreuzgekoppelter Trioden mit zwei stabilen Zuständen war in den 40er Jahren als schneller Modulo 2^n Counter vereinzelt für Messungen kosmischer Strahlung eingesetzt worden.

Das Patent* von Phelps bestand aus der Abwandlung des Modulo-2-Zählers in eine binär-kodierte Dezimal-Zählerstelle mit den Wert-Stufen 1, 2, 4 und 8 und wenn zutreffend, einen Übertrag auf die jeweils nächsthöhere Rechenwerksstelle auszulösen. Sein Patent enthielt ausserdem eine Schaltkreisversion für den Aiken-Kode, d.h. mit den Wertigkeiten 1, 2, 4 und $2'$, denn mit diesem lassen sich elektronisch elegant „9er Komplement-Werte“ erzeugen.



Diese Graphik zeigt den Flip-Flop Umschaltvorgang von einer stabilen Position zur ändern. Gezeigt ist das Gittervorspannungsverhalten der beiden Trioden, Röhren 1 und 2

*U.S. Patent 2.584.811: „Scale of a 10 counter-electronic circuit (eingereicht 12-1944 und erteilt 2-1952).

4.9.2 Speicher und Saldierwerk.. Phelps unterschied zwischen Speicher und Saldierwerk, das 13 stellige Saldierwerk hat Zehnerübertragseinrichtungen von Stelle zu Stelle und die Vorzeichensteuerung. Speicher können nur aufnehmen und abgeben. Letzteres trifft auch für den MQ- Speicher zu, bei Multiplikation nimmt er den Multiplikator auf, bei Division wird in ihm der Quotient gebildet.. Der Autor charakterisiert das elektronische Rechnen in diesen Pionierjahren als „elektronisches Zählrad-Rechnen“, denn dessen Prinzipien waren unverändert aus dem elektromechanischen Zeitalter übernommen worden. Zum Teil aus wirtschaftlicher Erwägung, teils aus der Frage heraus „warum soll man Bewährtes verlassen“?.

4.9.3 Zeitgebung. Die Lochkarte als Datenträger erforderte bei ihrem Einlesen in die Speicher den Takt des mechanischen Lesezykluses (bei 6000 K/h) = 600 ms/Karte. Gleiches trifft zu für das Abstanzen von Ergebnissen. Während der *Verarbeitung* gibt jedoch - z.B. bei IBM 604 - ein elektronischer Taktgeber die Zykluszeit von etwa 500 μ s. Diese

erzeugte ein Multivibrator und ein primärer Zeitgeberring (Overbeck-Ring) mit 23 Stufen. Die Dauer von Rechenoperationen kann unterschiedlich sein, je nach Befehlsart, daher sorgten sekundäre Zeitgeberringe für Multiplikation (fortgesetzte Addition und Stellenversetzung) und Division (fortgesetzte Subtraktion mit Stellenversetzung) für die Steuerung dieser Vorgänge.

4.9.4 Programmablauf. Dieser lief bei IBM 604 pro zu verarbeitender Karte einmal ab und konnte max. 60 Schritte umfassen (Standard) und max. 100 Schritte optional. Ein Overbeck-Ring stellte die Steuersignale auf der Schalttafel bereit, sie wurden genutzt als Befehle in den ablaufenden Programmschritten. Konditionales -z.B. saldenabhängiges-Überspringen von Programmschritten war möglich.

4.9.5 Interne Datenpfade und Stellenversetzung. Die bei Lochkartenmaschinen übliche Schalttafel für Datenpfade und Steuerung wurde beim Rechner 604 reduziert auf die Steuerung. Zwei *interne Datenpfade*, ein Eingangs- und ein Ausgangspfad jeder mit 8-Stellen Pfadbreite in Verbindung mit einer je 13 stelligen „True Add / Complement Add-Einrichtung für Addition, Subtraktion und Saldierung“ und einer „Stellenversetzungseinrichtung für Multiplikation und Division“ verbanden beteiligte Komponenten intern befehlsgemäß (siehe auch Schema auf E 4 Seite 2, rechte Spalte).

4.9.6 Elektronische Grundeinheiten und deren Paketierung. Zwischen IBM 603 (1946) und IBM 604 (1948) ging man aus wirtschaftlichen und Wartungsgründen vom Großpanel als Träger für Vakuumröhren ab und setzte erstmals pro Röhre eine Steckeinheit mit ihren zugehörigen Schaltelementen ein. Elementare Elektronik-Steckeinheiten waren Trigger, Inverter und Treiber. Gatter wurden per Röhren-Dioden oder Trioden und Heptoden realisiert, weil Germaniumdioden in dieser Zeit noch keine ausreichende Industrie-Zuverlässigkeit aufwiesen; so war z.B. die Stellenversetzungsmatrix mit Heptodenschaltern aufgebaut.

Zur Datenausgabe mussten Stanzmagnete und/oder Relais erregt werden. Dies besorgten ausschließlich Thyratrons, deren Löschung über Nockenkontakte der Stanzeinheit erfolgte.

Steckeinheitengruppen waren zu Chassis mit je 11 x 24 Steckeinheitenpositionen zusammengefasst, drei Chassis bildeten ein Gate, d.h. eine Tür, davon gab es zwei schwenkbare für den Wartungszugriff und eine festmontierte in der Mitte des 604 Maschinengestells.

4.9.7 Stromversorgung. Um beim Beispiel 604 zu bleiben: Der Strombedarf für etwa 1500 Vakuumröhren, Lüftermotore, diverse Transformatoren und Gleichrichter lag bei etwa 6 kW am 220 Volt Netz. Netzspannungsschwankungen wurden durch eingebaute Konstanthalter ausgeglichen. Typische Röhren-Betriebsspannungen waren -250 V, -175 V, -100 V, +75 V und +150 V.

Epoche 5

IBM's erste speicherprogrammierte Computer 1952/53.

Neue DV Anwendungsdimensionen eröffnen sich.

Nachdem das Konzept des speicherprogrammierten Computers ab 1946 verbreitet worden war, wurden in USA und Europa Anstrengungen unternommen, von diesem Konzept zu Lösungen und Produkten zu gelangen. Produkte, leistungsfähiger und mindestens ebenso zuverlässig, wie dies Anwender von bisherigen DV-Produkten gewohnt waren.

Zwar ging kein Weg an der Elektronenröhre vorbei, doch war die Germaniumdiode inzwischen so weit gereift, daß weite Bereiche der Schaltlogik damit gebaut werden konnten und so Raum und Energie sparen halfen. Außerdem waren alle, Universitäten und Hersteller, auf der Suche nach der jeweils geeignetsten Technik für die Hauptspeicher ihrer Computer. Wiederum standen Fragen der Zuverlässigkeit im Vordergrund, denn erstmals wurde jetzt die Ablaufsteuerung -das Programm- einem flüchtigen Speicher anvertraut.

Damals potentielle Speichertechniken waren im wesentlichen die Verzögerungsleitung in Quecksilber, die Kathodenstrahlröhrenoberfläche und magnetische Oberflächen verschiedener Art. IBM setzte aus Leistungsgründen auf die Kathodenstrahlröhre und aus Zuverlässigkeitsgründen auf magnetisierbare Oberflächen. Röhrenausfällen begegnete man mit Sicherheitskodierungen, die automatische Selbstprüfung ermöglichten und im Fehlerfalle zum Stopp des Rechners führte.

Bei IBM erkannte man, daß höhere Rechenleistung begleitet werden mußte von höherer Eingabe/Ausgabe-Leistung und dabei für Großrechner das Magnetband Perspektiven bot. IBM arbeitete mit 3M und Du Pont in USA zusammen, dies führte zu Plastikband mit magnetischer Speicherschicht. Zusätzlich sah IBM Leistungssteigerungspotential für schnelleres Lesen und Stanzen von Lochkarten: es gelang, die Kartenlesegeschwindigkeit zu verdoppeln und die Kartenstanzgeschwindigkeit um mehr als 50% zu steigern.

Trotz der Erfolge mit Magnetbändern gab es 1952 keine Lösung für Anwendungen, die die *sofortige Verarbeitung* erforderten. Dies führte zur Entwicklung des Magnetplattenspeichers mit *adressierbarem, direkten Zugriff* auf eine Speicherspür des *peripheren Speichers Magnetplatte*. Diese Bedingungen waren erfüllt mit dem Produkt IBM 305 RAMAC in 1956.

Die Akzeptanz am DV Markt in USA und Europa war sehr gut. Die mittelgrossen Computer fanden Verbreitung bei großen Unternehmen, jedoch auch bei kleineren, bei denen sie neue Perspektiven eröffneten und Anwendungen erschlossen, an die bis dahin nicht gedacht werden konnte.

	Inhalt	E 5 Seite
5. 0	Einführung	1
5. 1	Das Konzept des speicherprogrammierten Computers entsteht.	2
5. 2	Die Frage der Hauptspeichertechniken.	
5. 3	IBM's Ansätze und Ergebnisse.	
5. 4	Technik.	3
5. 5	Innovative Anwendungsperspektiven.	
5. 6	Programmierung.	
5. 7	Anwender von IBM Computern.	4
5. 8	Quellenangaben.	
5. 9	Bildteil zur Epoche 5.	5
5.10	System-Charakteristiken Überblick.	6

5.1 Die Erfahrungen mit dem ersten elektronischen Großrechner überhaupt, dem ENIAC der Moore School of Electrical Engineering in Philadelphia, USA, führten J.W. Mauchly, J.P. Eckert, J. von Neumann und andere in den Jahren 1945/1946 zu der Erkenntnis, dass man ausser Daten auch Instruktionen numerisch speichern sollte, um diese als numerische Befehle und Adressen elektronisch schnell zur Steuerung des Computers selbst einzusetzen. Auf diese Weise könnten viele Programmschritte elektronisch schnell und automatisch ablaufen, mehr noch, es würde so möglich sein, Programmschritte bedingt zu überspringen, zurückzuspringen, Schleifen gesteuert zu durchlaufen und Instruktionen modifizieren.

5.2 Diesem großartigen geistigen Ansatz gegenüber stand die Speicherfrage. Welche Technik ist anzuwenden, den Anforderungen an Geschwindigkeit, Zugriff und Kapazität von 1946 gerecht zu werden? J.P. Eckert konnte als einziger auf seine Ultraschall-Verzögerungsleitung in Quecksilber zurückgreifen, die er als Speicher für RADAR-Signale entwickelt hatte. Einen anderen Ansatz brachte Dr. Williams (UK) ein: die Kathodenstrahlröhrenoberfläche als Speicher. Die dritte Variante waren Speicher mit magnetisierbaren Oberflächen. Die Zuverlässigkeit des Speichers war von größter Bedeutung, weil diesem jetzt erstmals die Steuerinformation für den Computer anvertraut werden sollte.

Die Steuerung von Rechner-Abläufen erreichte mit dem *Konzept des speicherprogrammierten Computers einen neuen Freiheitsgrad*.

Die dahin führenden drei Stufen waren:

1. *Datenträger* - und zugleich Schalttafel-*gesteuerte* Tabelliermaschinen, Rechenlocher und Rechenstanzer, ab 1918 (durch Gruppenkontrolle).
2. *Programmlochband-gesteuerte* Rechner, auch *sequence controlled* genannt, wie z.B. IBM CPC, aber auch Zuse Z1 bis Z4 ab 1938.
3. Computer mit im Hauptspeicher *gespeichertem Programm*, ab 1949 (nach *von Neumann, 6-1945*).

5.3 IBM's Ansätze und Ergebnisse.

Ab 1946 setzten viele Universitäten und Unternehmen auf die Entwicklung speicherprogrammierter Computer. IBM hatte mit seinen beiden „Unikat“- Rechnern *ASCC* (1943) und *SSEC* (1948) schon bedeutende Vorarbeit geleistet, doch war weitere Pionierarbeit zu tun, bis IBM *701* (1952) und IBM *650* (1953) als zuverlässig arbeitende Produkte den Kunden übergeben werden konnten. IBM *701* wurde für technisch/wissenschaftliche Anwendungen 1952 angekündigt. Der Hauptspeicher war als Kathodenstrahlröhrenspeicher, die schnelle Eingabe/Ausgabe mittels Plastikmagnetbändern realisiert. Früh erwies sich, daß diese damals enorm anmutende Leistungsdimension nur von wenigen Anwendern genutzt werden

würde - doch wurden 19 Systeme gebaut - daher setzte man ausserdem auf die schnell rotierende Magnettrommel als Hauptspeicher, um Anwender zu gewinnen, für die damit mögliche Leistungsstufe.

Die bis dahin gewonnenen Erkenntnisse erwiesen, dass es nicht eine einzige Art der Struktur und des Aufbaues eines Computers sein konnte, um effizient mit diesem zu arbeiten, vielmehr Beziehungen bestehen, zwischen den Volumen von Rechenoperationen und denen von Eingabe/Ausgabe. Die folgende Tabelle zeigt diese Zusammenhänge.

	<i>D a t e n v o l u m e n</i>		
	<i>Technisch/ wissenschaftlich</i>	<i>Kommer- ziell</i>	<i>Universell</i>
Eingabedaten	klein	groß	klein/groß
Rechenoperationen	groß	klein	klein/groß
Ausgabedaten	klein/groß	groß	klein/groß

Diese Charakteristika waren für IBM wichtiger Grund, zusätzlich einen mittelgroßen Computer für eine größere Bandbreite von Nutzern zu entwickeln. Obwohl dezimal arbeitend, wurde er für technisch-wissenschaftliche Zwecke 1953 angekündigt als „IBM 650 Magnettrommelrechner“. Kunden nutzten ihn sehr früh auch für kommerzielle Zwecke und später überwogen diese. Damalige IBM Computer in Vakuumröhren/Germaniumdioden-Technik waren:

<i>Jahr</i>	<i>T/W- Rechner gross</i>	<i>Kommerzielle Rechner gross klein</i>	<i>Universelle- Rechner mittelgross</i>
	<i>Vorwiegend M'Band-E/A</i>		
1952	<i>701</i>		
1953		<i>702</i>	<i>650 Lochkarte</i>
1954	<i>704 Kernspeicher</i>	<i>705</i>	
1955			
1956		<i>305</i>	<i>650 Magnetband</i>
1957	<i>709 Kanalmaschine</i>		<i>650 Magn.-Platte</i>

IBM *305* und IBM *650* wurden für den europäischen Markt auch in Sindelfingen gefertigt. IBM *650* erreichte die größte Verbreitung mit etwa 1500 Systemen weltweit.

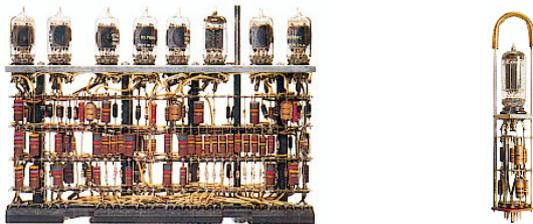
Ab 1956 war es möglich, mit IBM *650* die Bestandsdaten per *Magnetband* „schnell“, rund 50 mal schneller einzulesen, als mit Lochkarten und die Vortragsdaten für die folgende Abrechnungsperiode „schnell“ auf Magnetband zu schreiben. Die Bewegungsdaten wurden nach wie vor per Lochkarte eingelesen. Jetzt war erstmalig auch Bandsortieren möglich, d.h. physisches Bewegen der Lochkarten beim Sortieren konnte entfallen, denn dies besorgten jetzt Sortier- und/oder Misch-Algorithmen.

1956 wurde IBM *305 RAMAC* angekündigt. Damit war es erstmals möglich, einen *Geschäftsvorgang* zur Zeit seines Auftretens, also *sofort*, zu verarbeiten und damit *dessen Datenbestand* auf aktuellem Stand zu halten. Der Plattenspeicher *350* vollzog adressierten Datenzugriff in durchschnittlich 0,6 Sekunden. In USA wurde dies treffend als „in line pro-

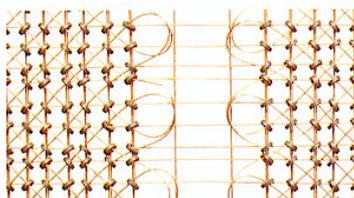
cessing“ bezeichnet für Anwendungen, bei denen dies unabdingbar war. Die 305 Plattenspeicherkapazität lag bei 10 Mio alphanumerischen Zeichen. 1957 stand das RAMAC (Random Access Method of Accounting and Control) Konzept auch für das System 650 zur Verfügung. Vier Plattenspeichereinheiten konnten angeschlossen werden, d.h. 48 Millionen alphanumerische Zeichen waren im Direktzugriff erreichbar und ermöglichten „in line“-Verarbeitung. Magnetband wurde für periodisch genutzte Daten eingesetzt, jedoch auch für die wichtige Datensicherung von Plattenspeicherinhalten.

5.4 Technik.

5.4.1 Schaltkreistechnik. Seit IBM 604 wird die Vakuumröhre mit ihren Stromkreiselementen auf einer auswechselbaren Steckeinheit montiert, bei IBM 650 ebenfalls. Für Großsysteme wurde eine Steckeinheit mit 8 Röhrenpositionen und ihren Stromkreiselementen eingesetzt. Die Germaniumdiode hatte Industriereife erlangt ab etwa 1948, daher ist die gesamte Schaltlogik der 700/650/305 Produkte damit ausgerüstet, sie ersparte viel Platz, Stromverbrauch und Abwärme. Die Abbildung unten zeigt links eine Steckeinheit für Serie 700 und rechts eine für 650 und 305.



5.4.2 Hauptspeichertechnik. Für 701 und 702 wurde die Kathodenstrahlröhre -sehr schnell und aufwendig- und für IBM 650 die Magnettrommel eingesetzt. Letztere arbeitete zyklisch, d.h. Daten wurden stellenseriell bereitgestellt, jedoch mit gutem Kompromiss zwischen Wortzeit und Zugriffszeit. Die weitere Entwicklung strebte nach einer Lösung, die schnell, sicher und ohne mechanische Bewegung arbeitet. Der Magnetkernspeicher war dafür prädestiniert. IBM 704 war der erste grosse, technisch/wissenschaftliche Computer mit dieser Technik. Der Hauptspeicher hatte 4.096 Binärworte mit je 36 Bit und 12 μ s Zykluszeit. Zur prinzipiellen Arbeitsweise: jeder Magnetkern repräsentiert ein Bit. Ein x- und ein y Steuerdraht sind durch den Kern hindurch geführt zur Adressierung und ebenso zwei weitere, die für das Lesen und Schreiben von Information in Form von links- oder rechtsdrehender Magnetisierung erforderlich sind (ein linksdrehend magnetisierter Kern enthält -per Definition- eine binäre 0, ein rechtsdrehend magnetisierter Kern enthält eine binäre 1).

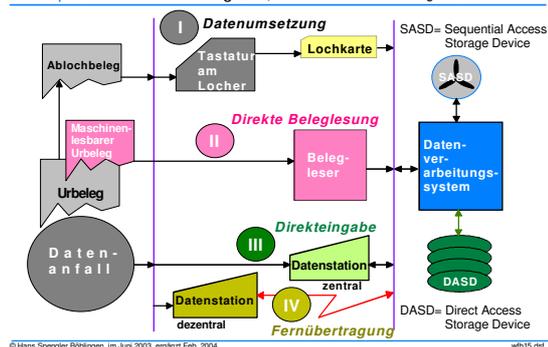


5.5 Innovative Anwendungsperspektiven.

EDV-Systeme, bestehend aus einem zentralen Rechner mit daran angeschlossenen peripheren, magnetischen Speichereinheiten, Kartenlesern und Druckern eröffneten einen weiten Bereich für schon bestehende und neue, innovative Anwendungen der Datenverarbeitung.

Wenn Benutzer traditioneller Lochkartenanlagen auf EDV-Systeme umstellten, mussten sie gewohnte DV-Abläufe teilweise erheblich verändern; doch eröffnete dies oft völlig neue Möglichkeiten, z.B. die Lohn- und Gehaltsabrechnung für tausende von Mitarbeitern in einem einzigen Durchlauf unter Berücksichtigung vieler Parameter, akkurat und termintreu abzuwickeln. Die neue Technik führte ausserdem hin zur „Integration vieler, zuvor fragmentierter DV Arbeitsschritte einer Anwendung“. Nachdem der Magnetplattenspeicher zur Verfügung stand, kamen als Folge zentrale Abfragestationen, z.B. 838 an IBM 650, die für autorisierte direkte Datenabfrage und Dateneingabe via Terminal-Tastatur auf der Plattenspeicherdatei erlaubte. Die folgende Graphik illustriert die Zusammenhänge: die Schritte I und III waren jetzt vollzogen, II und IV folgten in Epoche 6.

Konzepte der Datenerfassung IBM, Ende der 1950er / Anfang der 1960er Jahre



© Hans Spengler Böblingen, im Juni 2003, ergänzt Feb. 2004

wfb15.dat

5.6 Programmierung.

In der ersten Hälfte der 50er Jahre existierte der später benutzte Begriff *Software* nicht. Allerdings arbeitete IBM bereits an Assemblern, Speedcoding und Unterprogramm-Bibliotheken. 1954 brachte IBM „FORTRAN“ heraus, das IBM FOR-mula TRANslation System. FORTRAN war die erste höhere Programmiersprache überhaupt. Doch wurden Programme vorwiegend noch in Maschinensprache geschrieben. Betriebssysteme waren im allgemeinen noch nicht existent. Einige Großsystemnutzer fragten sich allerdings, wie sie Rüstzeiten reduzieren könnten mit Unterstützung des Computers selbst, so z.B. die automatische Überleitung von einer Anwendung auf die nächste, die damit verbundene Zuteilung von Systemressourcen usw.. Deshalb entwickelte IBM für den Großrechner 709 das Betriebssystem IBSYS, es wurde 1959 erstmals ausgeliefert.

Damit wuchs auch die Komplexität von Anwendungen insgesamt. Dies wiederum steigerte das wissenschaftliche Interesse an der Weiterentwicklung der EDV. Bei einigen Universitäten der west-

lichen Welt, z.B. in Darmstadt, Göttingen und München- führte dies zu eigens entwickelten Experimentalrechnern, um in dieser neuen, vielversprechenden Disziplin Erfahrung zu sammeln.

5.7 Anwender von IBM Computern.

Die damaligen EDV Anwender zogen Vorteile aus dem Einsatz ihrer Geräte, obwohl sie, insbesondere in der Retrospektive, noch sehr teuer waren. Auch die Anbieterseite wuchs, damals waren es, um nur wenige zu nennen: Bendix, Borroughs, Bull, ERA, EMCC, Remington-Rand, Ferranti und Hughes Aircraft, für Deutschland ist für den technisch-wissenschaftlichen Bereich ZUSE genannt.

IBM Deutschland eröffnete ein Rechenzentrum in Sindelfingen im März 1955 mit einer IBM CPC, ein Jahr später wurde sie ergänzt durch eine IBM 650. Kunden konnten damit ihre Programme testen oder Anwendungen betreiben.

Hier die ersten elf „Anwender-Pioniere“ speicherprogrammierten Rechnens mit IBM 650 der Bundesrepublik Deutschland:

Installiert	Kunde	E/A-Konfiguration
1-1956	Allianz AG München	Lochkarte
3-1956	BFA Berlin (1)	Lk und Drucker
9-1956	DEW Krefeld	Lk und Drucker
1-1957	AEG Berlin	Lk und Drucker
2-1957	TH Darmstadt	Lochkarte
4-1957	Mannesmann Düsseldorf	Lochkarte
6-1957	TH Hannover	Lochkarte
9-1957	BFA Berlin (2)	Lk und Drucker
11-1957	Bayer Leverkusen (1)	Lk, Magnetband und Drucker
12-1957	D' Bau-& Bodenbank Mainz	Lk, Magnetband und Drucker
3-1958	Bayer Leverkusen (2)	Lk, Magnet- Band und Platte (RAMAC 650) und Drucker

Die Farbwerke Höchst entschieden sich 1955 für den Großrechner IBM 705. Allein das Mengengerüst, das dieser Entscheidung zu Grunde lag, ist eindrucksvoll, zeigt es doch, daß z.B. monatlich rund 600.000 Buchungen bei einem Lochkartenbestand von 12 Millionen zu bewältigen waren. Die Mitarbeiterzahl betrug 43.000. 1957 ging die 705III in Betrieb, Anwendungen waren Lohnabrechnung, Umsatzerfassung, Lagerbestandsrechnung, sowie technisch-wissenschaftliche Berechnungen für Forschung und Produktion. Es war der erste, bei einem europäischen Kunden aufgestellte Großrechner für kommerziellen Einsatz.

Erster europäischer Nutzer des technisch-wissenschaftlichen Großrechners IBM 704 war „Das Deutsche Rechenzentrum“ unter Prof. Dr. Walther Techn. Hochschule Darmstadt. Über Düsseldorf und Stuttgart erreichte die 704 wegen eines nicht fertigen Gebäudes Darmstadt. Sie hatte Indexregister zur Adressindexierung und für

grosse Zahlenbereiche Gleitkomma-Arithmetik.

Im Banken und Kreditinstitute-Bereich ist in obiger Liste nur die Deutsche Bau- und Bodenbank Mainz zu finden. Dr. H. Jaschinski legt in der Betriebszeitschrift „Der Neue Pfeiler“ von 10-1959 ausführlich dar, warum es Ende 1955 zu Entscheidung „pro IBM 650 Magnetbandsystem“ kam. Die Fondsverwaltung von 225.000 Darlehen und darlehensähnlichen Fällen, insbesondere der Hypothekengewinnabgaben und die alten Reichsdarlehen für Kleinsiedlungen und Volkswohnungen waren Basis und ein weiterer Anstieg auf 300.000 bis 400.000 war erkennbar. Die einzelnen Deutschen Länder waren nicht darauf eingerichtet, diese Aufgabe selbst übernehmen zu können.

Im November 1957 wurde die 650 Rechenanlage ins Bankgebäude gebracht, die Installation begann. Am 2. Dezember war die betriebsfertige Anlage an die Bank übergeben worden mit zwei Zeilendruckern IBM 407 für Systemanschluß und sechs Magnetbandeinheiten IBM 727.

5.8 Quellenangaben

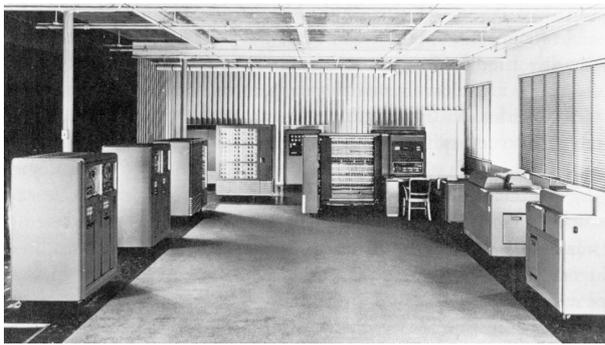
Liste der Bildquellen in der Abfolge der Textspalten

Titel	Quelle
Technik, Steckeinheiten	IBM Deutschland Altarchiv
Kernspeicher	IBM Deutschland Altarchiv
Anwendungsperspektiven	Graphik des Autors
Bildteil zur Epoche 5	IBM Deutschland Altarchiv sowie Graphiken des Autors
Systemcharakteristiken	Graphik des Autors

Quellennachweise

Autor	Titel
Goldstein Adele K.	Technical description of the ENIAC, University of Pennsylvania, 1944
Wilkes M.V.	Design of a Praktcal High-speed Computing Machine, Proceedings of Royal Soc., 1948
Tompkins C.B. and Wakelin J.H.	High-speed computing devices Mc GRAW-Hill, 1950
Frizzel C.E.	Engineering description of the IBM 701 Computer, Proceedings IRE 41, 1953
nicht genannt	IBM 701 Principles of Operation, 1953
nicht genannt	IBM 650 Manual of Operation, 1953
nicht genannt	IBM 650 CE Manual of Instruction, 1953
M.L. Lesser und Backus John W.	The Random-Access Memory Accounting Prel. Report, Specifications for the IBM Mathematical FORMula TRANslating System FORTRAN. 1954
J.W. Haanstra	305 RAMAC, IBM Journal of R&D, Jan. 1957
Wilkes M.V.	Automatic Digital Computers, Methuen & Sons Ltd. London, 1957
nicht genannt	John Diebold & Ass. N.Y.: „ Deutschland, Installierte Rechenanlagen 1957“, 1958
Jaschinski Dr. H.	Warum Rechenzentrum? Betriebszeitschrift der Deutschen Bau- und Bodenbank AG, 10-1959
Gammer B. Dipl. Kfm.	Planung und Einsatz elektronischer DV Anlagen in der chemischen Großindustrie. Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung, Heft 7, Juli 1961
Bashe Charlie and others	IBM's Early Computers, MIT Press, 1986
Bertel Stark	Chronik IBM Niederlassung Frankfurt, 1986
Petzold, Dr. H.	Moderne Rechenkünstler, C.H. Beck, 1992
	Techn./ Wissenschaftliches Rechnen i.d. BRD: AVA, IPM, IFN, Zuse, IBM.

5.9 **Bildteil**, blau gedruckte Jahreszahlen sind das jeweilige Ankündigungsjahr.



Der Großrechner IBM 701 im South Road Laboratory in Phougkeepsie, USA im März 1952. Links zwei Doppel-Bandeinheiten IBM 726, eine periphere Magnetrommel-speichereinheit, hinten Mitte die Hauptspeichereinheit mit 76 Kathodenstrahlröhren, anschließend der Prozessor mit Steuerkonsole und weiter nach rechts vorne Kartenleser, Drucker und Kartenstanzer. Im Hintergrund die Stromversorgungseinheiten. **1952**



Die Großrechenanlage IBM 705 III der Farbwerke Höchst AG ging 1957 in Betrieb. Die Anlage bestand aus 24 Einheiten, sie beanspruchten eine Raum-Grundfläche von rund 150 qm, der elektrische Anschlußwert lag bei über 100 kW. Im Vordergrund die Operatorkonsole. **1957**



Technische Hochschule Darmstadt, Institut für praktische Mathematik, Prof. Dr. Walther. Ab 1957 ausgestattet mit IBM 650 -im Bild-, Mitarbeiter an der Bediener-Konsole der zentralen Recheneinheit, vorne rechts der Kartenleser/Stanzer, im Hintergrund die E/A-Stuereinheit. **1953**

Leistungsparameter Hauptspeicher / Prozessor

Type	Anw. Bereich	Hauptspeicher-Größe	Hauptspeicher-Zyklus	Prozessor-Zyklus
------	--------------	---------------------	----------------------	------------------

Binärwort à 36 Bit

701	T/W	2.048	12 µs	60 µs
704*	T/W	4.096	12 µs	36 µs
709*	T/W	8.192	12 µs	

alphanumerische Stelle, dezimal**

702	K	10.000	12 µs	23 µs
705	K	20.000	12 µs	17 µs
705II	K	40.000	12 µs	
305	K	3300	10 ms	30 ms
705III	K	80.000		

Wort mit je 10 Dezimalstellen und Vorzeichen

650*	U	2.000	96 µs/ Wort	8 µs/ Dezi- malstelle
------	---	-------	----------------	-----------------------------

* Gleitkomma als Zusatzeinrichtung

** alphanumerische Stelle, dezimal, kann eines von insgesamt 48 Zeichen enthalten (A-Z=26, 0-9= 10 und 12 Sonderzeichen).

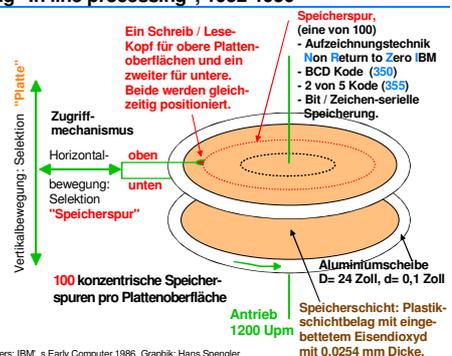


IBM 305 RAMAC System. Der erste industriell gefertigte Computer mit **Direct Access Storage** im Bild rechts hinten, rechts vorne die Operatorkonsole, links vorne der Drucker, im Hintergrund links die zentrale Recheneinheit. **1956**

IBM Entwicklung "In line processing", 1952-1956

Ziel: Datensätze eines Geschäftsvorgangs sollen **kontinuierlich** auf den neuesten Stand gebracht werden.

Jede, einen Geschäftsvorgang betreffende **Transaktion** soll **verarbeitet** werden, **"wenn sie anfällt"** und alle betroffenen Datensätze sollen **sofort auf neuen Stand** gebracht werden.

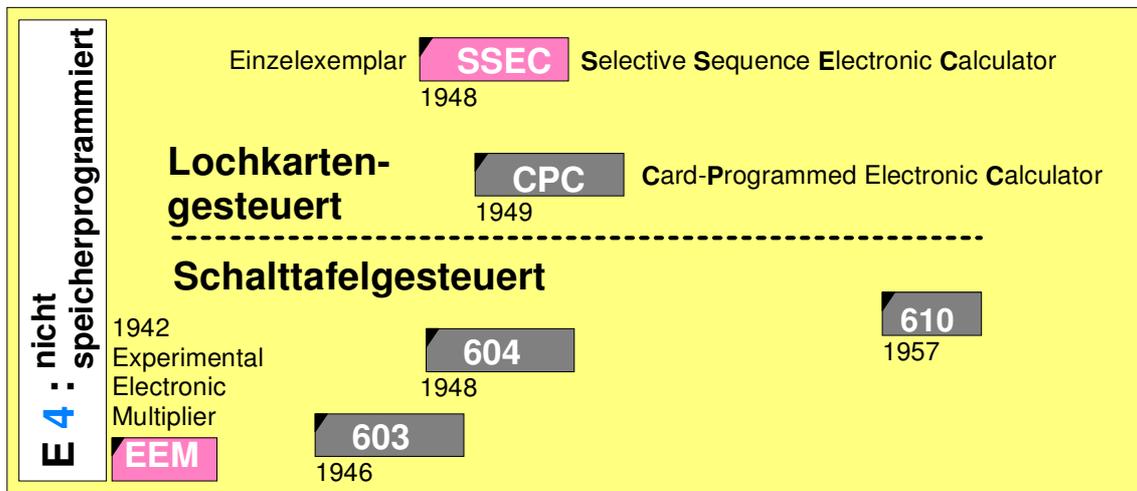
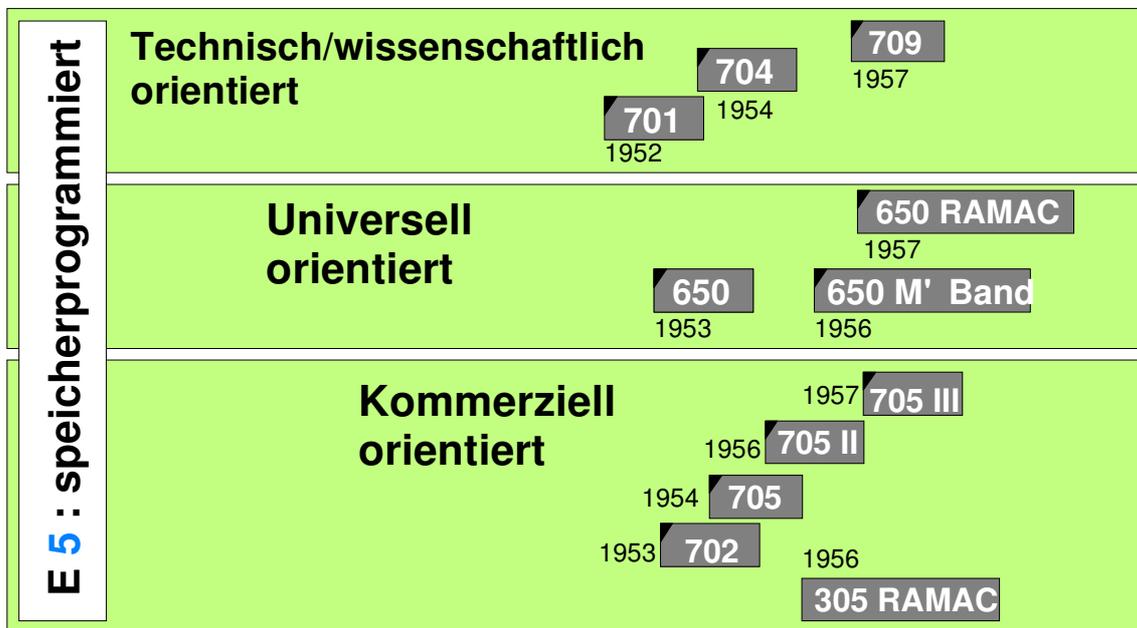
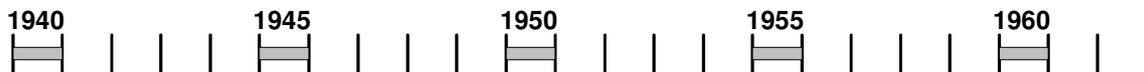


Textquelle: Charles Bashe & others: IBM's Early Computer 1986, Graphik: Hans Spengler
 © Hans Spengler Böblingen, April 2002 und Februar 2008

ESRAMbase.dat

5. 10 System-Charakteristiken Überblick.

Architektur	- als Computer-Terminus nicht existent - drei unterschiedliche, verwendungsorientierte Strukturen (unten)		
Technologie Logik	Miniaturröhre, ab 1950 Germaniumdiode		
Technologie Hauptspeicher	Kathodenstrahlröhre/ Magnettrommel/ Kernspeicher		
Betriebssystem	nicht existent	Erste Anfänge	
Datenspeicherung und Zugriff	Lochkarte,	Magnetband,	Magnetplatte
Betriebsart	Stapelverarbeitung		Erste Direkt-Verarbeitung
Telekommunikation	nicht existent	Erste Anfänge: Data-Transceiver	



Jahresangaben bei den Produkt-Typen sind das *Ankündigungsjahr für den Markt.* xbsstre45.dsf

Epoche 6

Leistungsfähigere und zuverlässigere IBM Computer: transistorisiert !

Schneller, sicherer, auf geringerer Stellfläche. Datenfernübertragung und Zeichenerkennung geben ihr Debüt.

Die elektronischen Datenverarbeitung war bis Ende der 1950er Jahre in wichtige Bereiche verschiedener Branchen vorgedrungen, denn die durch speicherprogrammierte, mittlere und große Anlagen gebotenen Möglichkeiten war für Nutzer klar erkennbar. Sie setzten voraus, daß entsprechende DV-Volumen vorhanden waren, um sie wirtschaftlich zu nutzen. So gesehen, waren kleinere Unternehmen deshalb meist keine potenziellen Nutzer.

Daran hätte sich so schnell nichts geändert, wäre nicht der Transistor -erst 1948 erfunden- in's Blickfeld gekommen. IBM's Entwicklungsingenieure erkannten sein Potenzial schnell: es war die schiere Anzahl der bis dahin eingesetzten Elektronenröhren in einem Großcomputer, sie ging in die Tausende, aber auch seine Eigenschaften des „fast kalten“ Betriebs, des geringeren Energiebedarfs einhergehend mit geringerer Wärmeabgabe und Baugröße. Außerdem war der Kernspeicher serienreif geworden. IBM entschied 1957, künftige Computer transistorisiert und mit Hauptspeichern in Kernspeichertechnik zu bauen. Für IBM bot es sich an, erfolgreiche Computer von Elektronenröhren auf die neue Transistortechnik umzustellen und ihnen zusätzlich neue Leistungsdimensionen zu geben. Im Großrechnerbereich wurde aus 709 die 7090, aus 650 die 7070 und aus 705III die 7080. In diesem Bereich waren Attribute wie Parallelität und Eingabe/Ausgabe-Kanäle von Gewicht. Von noch größerer Bedeutung war die Ausweitung in die Systemkategorie kleinerer bis mittlerer Leistung. Hierfür wurde die 1400er Serie konzipiert. Deren Eigenschaften waren „schnell, doch weniger aufwändig“, z.B. serielle Verarbeitung im Prozessor, variable Wortlänge und dadurch optimale Speicherraumnutzung.

Programmierung blieb -wie in der Epoche zuvor- Sache des System-Nutzers. Zwar gab es schon Speedcoding, SOAP und FORTRAN, doch deren Nutzung war noch rudimentär. Ab 1959 ändert sich dies durch IBM Autocoder. Erfahrene Programmierer deckten damit die Programmierung von Anwendungen ab, doch geriet die Eingabe/Ausgabe-Steuerung ohne Betriebssystem -solche gab es nur sporadisch in Eigenanfertigung- bei anspruchsvollen Anwendungen schnell zum Problem. Dafür bot das Input/Output Control System (IOCS) eine Lösung, denn es brachte graduelle Standardisierung von Eingabe/Ausgabe- (E/A) Routinen und verringerte die Bürden der E/A-Programmierung.

Die 7000er und 1400er Systemserien war ein Erfolg für erfahrene und neue Anwender und IBM. Die Verbreitung in vielen Anwendungsbereichen bestätigte dies eindrucksvoll. Beide Systemserien unterstützten ihre Nutzer, große und komplexe Anwendungen zu fahren.

	Inhalt	E 6 Seite
6. 0	Einführung	1
6. 1	IBM 7000er-1400er - Serie: der Transistor ist die Basis	2
6. 2	Die neuen Produktkategorien	
6. 3	Charakteristik wesentlicher Systemelemente	
6. 4	Die Systemkategorien der IBM Serien 7000 / 1400	3
6. 5	Programmierung	
6. 6	Technik	4
6. 7	Zusammenfassung	
6. 8	Anwender, Quellennachweise	5
6. 9	Bildteil	6
6. 10	System-Charakteristiken, Überblick.	7

6.1 Zwischen der Erfindung des Transistors in 1948 und dessen industrieller Anwendung vergingen nur wenige Jahre. Auf der Basis des Rechners IBM 604 wurde 1957 der erste transistorisierte Rechner IBM 608 eingeführt: mit kleinerer Stellfläche, höherer Leistung und geringerem Energiebedarf. Doch die neue Technik war zunächst noch zu teuer. Der Wegfall der geheizten Röhren -deren Heizung ausfallen konnte- war die Chance, die EDV-Verfügbarkeit auf ein neues Niveau zu heben. Die IBM entwickelte dazu das *Standard Modular System* (SMS). Dieses System bestand aus Schaltkreiskarten einheitlicher Größe unterschiedlichster Funktionen mit Transistoren und ihren Stromkreiselementen, Stecksockeln, Rahmen, Türen und Flachkabeln zum Aufbau der Systemeinheiten.

6.2 IBM's erster transistorisierter Großrechner IBM 7090 wurde 1958 angekündigt. Von nun an waren IBM Computer ausschliesslich *transistorisiert* und mit *Kernspeichern* ausgerüstet, die folgende Tabelle zeigt die Systeme dieser Zeit:

Jahr	EDV Systemkategorie		
	Techn./Wissensch.	Kommerziell	Universell
	groß (g) - mittel (m) - klein (k), in jeder Kategorie		
1958	IBM 7090 (g)		IBM 7070 (g)
1959	IBM 1620 (k)	IBM 1401 (k-m)	
1960		IBM 7080 (g)	IBM 7074 (g)
1961	IBM 7040/44 (m)	IBM 1410 (m)	
1962	IBM 7094 (g)	IBM 1440 (k)	IBM 7030 (g)
		IBM 7010 (m)	
1963	IBM 7094 II (g)	IBM 1460 (k-m)	

6.3 Charakteristik von System-Elementen.

Hauptspeicher: Leistungsparameter

Type	Anw. Bereich	Hauptspeicher-Größe	-Zyklus
Binärwort à 36 Bit			
7090.....T/W.....	32.768.....	2,4 µs	
7094.....T/W.....	32.768.....	2,0 µs	
7094II.....T/W.....	32.768.....	1,4 µs	
7040.....T/W.....	32.768.....	8,0 µs	
7044.....T/W.....	32.768.....	2,5 µs	
1620.....T/W, ..20.000 Dezimalstellen.....	20,0 µs		
Alphanumerische Stelle, dezimal, var. W'Länge per Wortmarke			
1401.....K.....	16.000.....	11,5 µs	
7080.....K.....	160.000.....	2,18 µs	
1410.....K.....	80.000.....	4,5 µs	
1440.....K.....	16.000.....	11,1 µs	
7010.....K.....	100.000.....	2,4 µs	
1460.....K.....	16.000.....	6,0 µs	
Wort mit 10 Dezimalstellen und Vorzeichen (bei 7070/74)			
7070.....U.....	10.000.....	6,0 µs	
7074.....U.....	30.000.....	6,0 µs	
7030.....U.....	98.304 Worte à 4 Byte.....	2,1 µs	

Instruktionsrepertoire: der Umfang lag zwischen kleinen -bei etwa 30- und großen Systemen -bei etwa 100 bis 150- Instruktionen, je nach System. Automatische Vorrangbearbeitung bei 7070 erlaubte die Unterbrechung des laufenden Programmes, um periphere Einheiten, z.B. Drucker, optimal zu nutzen; diese Betriebsart nannte man SPOOL*. Bei

Großsystemen wurden Bedienerkonsole-Schritte automatisch per Schreibmaschine protokolliert.

*SPOOL= Simultaneous peripheral operations online.

Periphere Speicher: Magnetband- und Magnetplattenspeicher hatten kürzere Zugriffszeiten, höhere Datenraten und größere Speicherdichten. Ab jetzt wurde beim Schreiben auf Magnetband *automatisch verifiziert*, in dem geschriebene Informationen noch während des Vollzugs der Schreibinstruktion in ein Prüfregister gelesen wurden. Erstmals gibt es am System IBM 1440 den Plattenspeicher IBM 1311 mit auswechselbarem Plattenstapel mit 2 Millionen alphanumerischen Zeichen Speicherkapazität und damit einen preiswerten Plattenspeicher für kleinere Systeme. Am oberen Ende lag die neue IBM 1301 mit 56 Mio. numerischer Zeichen pro Einheit an Großsystemen.

Lochkartenlesen und Stanzen: IBM 1402 las erstmals mit 800 Lochkarten/min. und stanzte Ergebnisse mit 250 Lochkarten/min. Die bis dahin bei E/A-Geräten gewohnte Schalttafel war eliminiert durch die programmgesteuerte Feldauswahl und Editierung.

Drucken: Neben üblichen Druckgeschwindigkeiten von 150 Zeilen/min. war der Drucker IBM 1403 ein Novum: *600 Zeilen/min in hoher Druckqualität* ohne Schalttafel. Das Druckbild wurde erstmals per Programm editiert und je nach Ausrüstung direkt oder via Druckpufferspeicher gedruckt.

Neu: Zeichenerkennung. Anwachsende Datenvolumen führten zum Eingabe-Flaschenhals der EDV. Gedruckte und -später- handschriftlich beschriebene Dokumente wie z.B. *Überweisungen, Schecks* etc. bei Geldinstituten und im Großhandel direkt zu lesen, war gefordert. IBM antwortete mit Dokumentlesern der Typen IBM 1210, 1231/32, 1418, 1419 und 1428, die tintengedruckte Zeichen -je nach Typ- *magnetisch* bzw. *optisch* mit hoher Geschwindigkeit direkt in das EDV System einlesen konnten. Damit wurden viele neue Anwendungen, z.B. bei der *Scheck-Verarbeitung*, der Routen-Abrechnung, Auswertung von Testergebnissen usw. ermöglicht. Die Lesegeschwindigkeit der IBM 1418 betrug 24.000 Belege pro Stunde, daher der bankinterne Spitzname „Zettelfresser“. Das System IBM 1401 mit angeschlossenem Zeichenleser 1418 ist abgebildet auf E 6 -Seite 5.

Datenfernübertragung (DFÜ): Mit der Datenfernübertragungssteuereinheit IBM 1448 (1962) und IBM 1050/1060 wurde Datenfernübertragung möglich. Diese Geräte setzten Daten mittels zweier Tonfrequenzen -für die zwei binären Zustände- in eine Kette von Signalen um, damit sie über Telefonleitungen -zwischen Zentralgerät und Endgerät- mit 1200 Bits pro Sekunde in beiden Richtungen übertragen werden konnten.

DFÜ-Erfahrung lag bereits mit IBM 357 seit 1959 vor, doch zeigte sich, daß branchenspezifische Erfordernisse damit oft nicht gedeckt werden

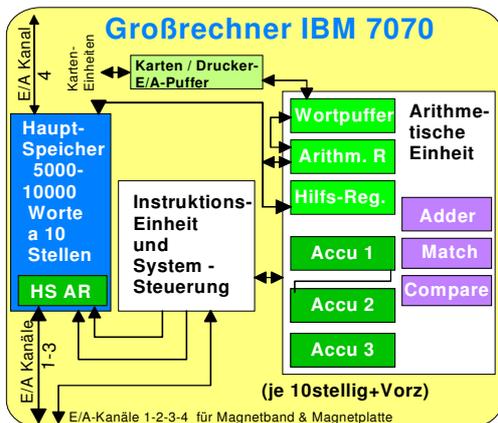
konnten. Um herauszufinden, welche Branche welche spezifischen Endgeräte benötigte, startete IBM eine Studie mit der *First National Bank of Chicago*. Diese definierte 1961 ein Online Sparkonto-System, das als IBM 1060 im Nov. 1962 angekündigt wurde. Außerdem entstanden IBM 1030 für die Fertigungsindustrie und IBM 1050 für allgemeinen Einsatz. Dies waren lokale Sub-Systeme zur Datenverkehrabwicklung zum/vom zentralen EDV System.

Die olympischen Winterspiele 1964 waren ein Ereignis, dessen Wettkampfstätten geographisch um Innsbruck so weiträumig verteilt waren, daß sich DFÜ bewähren konnte für die tägliche Bereitstellung aller aktuellen Wettkampfdaten.

Die PTT's vieler europäischer Länder stellten rigide Regeln für Datenübertragung über ihre Telefonleitungen auf und sie tarifierten die Übertragungskosten hoch, verglichen mit USA. Dies bremste die neue „schnelle Schiene *Datenfernübertragung*“ für einen Teil potentieller Anwender.

Echtzeitverarbeitung. Die Steuerung komplexer, industrieller Prozesse fordert neben sofortiger Reaktion des steuernden Computers auch bi-direktionale Analog/Digitalkonversion der Steuersignale. Mit IBM 1720 (1959) und IBM 1710 (1961) stellte IBM Lösungen einschließlich der Betriebssysteme TSX und MPX für dieses Metier bereit.

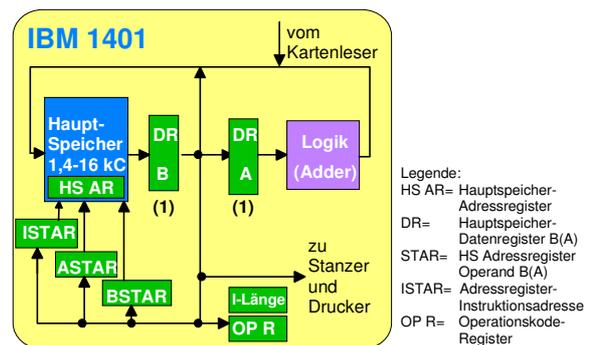
6.4 Systemkategorien. Die Architektur der 7000er Systeme nutzte das „add to accumulator“-Konzept. Die Graphik unten deutet dies für den Großrechner IBM 7070 mit einem stark vereinfachten Datenfluß-Schema an. Wichtige Merkmale:



Hauptspeicher-Auslesen pro Zugriff wortweise = 10 Dezimalstellen + Vorzeichen parallel in 6 µs. *Mehrere Akkus und Arbeitsregister*, um bei mehrgliedrigen arithmetischen Operationen die Anzahl der Speicherzugriffe klein zu halten. Der beschriebene Aufwand schlägt sich einerseits in Leistung, andererseits in Kosten/Preis nieder. Die Kodierung im 7070 Speicher war „2 out of 5“, d.h. voll gültigkeitsgeprüft.

E/A-Kanäle bei 7000ern und 1410. Kanäle steuerten eingeleitete E/A-Befehle autonom, damit liefen Eingabe, Ausgabe und Verarbeitung überlappt ab.

Die Systeme der 1400er Serie folgten dem weniger aufwändigen „add to storage“-Konzept und sie arbeiteten stellenseriell, in Kauf nehmend, daß die Anzahl der Speicherzugriffe stark ansteigt. Dies war vertretbar durch die Kernspeicher-Zykluszeiten. Bei IBM 1401 betrug diese z.B. 11,4 µs, bei 1410 waren es 6 µs pro alphanumerische Stelle. Die stellenserielle Arbeitsweise ermöglichte mittels einer Wortmarke *variable Wortlänge*. Dies erlaubte äußerst ökonomischen Umgang mit Hauptspeicherplatz. Das Bild unten zeigt den ebenfalls stark vereinfachten Datenfluß der IBM 1401.



6.5 Programmierung. In dieser Epoche nutzten Programmierer *neben Assembler- Autocoder, FORTRAN und COBOL*. Um die große Anzahl der Umsteiger von Lochkartenmaschinen auf EDV-Systeme, insbesondere auf die IBM 1400-Serie zu unterstützen, entwickelte IBM den Report Program Generator (RPG). Dies ist eine Beschreibungssprache, mit der der Listenaufbau von Tabelliermaschinenanwendungen beschrieben werden konnte und einem Übersetzungsprogramm, das aus den abgeholten Beschreibungsformularen ein 1401-Programm erzeugte. RPG war eine große Hilfe, für Anwender mit wenig oder keiner Programmiererfahrung in den obigen Sprachen.

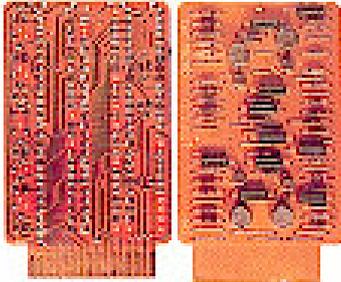
Dienstprogramme wie SORT/MERGE unterstützen die Benutzer, Datenbestände vor der Verarbeitung in die erforderliche Ordnung zu bringen. IOCS unterstützte sie im Hinblick auf die Standardisierung von Dateibezeichnungen, Headern und Trailern, Fehlerrountinen usw., um Dateien sicher und komfortabel auf den Datenträgern Magnetband und Magnetplatte handhaben zu können. Der Magnetplattenspeicher 1301 (6. Seite) bot erstmals flexible Datenformate pro Zylinder, diese wurden durch eine Speicherspür definiert via IOCS, dieses steuerte ausserdem die automatisierte Datenblockbildung und Entblockung. Damit war der Programmierer befreit von der Programmierung in physische Speicherspuren bei sequenziellen Dateien.

Allerdings erforderte *jeder Systemtyp* seine eigene Version der obigen Programmpakete, d.h. IBM hatte diese für mehr als ein Dutzend verschiedener Systeme vorzulegen. Dies war aufwändig für IBM und ebenso für Anwender beim Wechsel auf leistungsfähigere Systeme.

6.6 Technik

6.6.1 Schaltkreise: SMS Technik

IBM's Basis für die neue Systemserie 7000 / 1400 war ab 1958 die Standard Modular System Technology, kurz SMS Technik. Das Bild unten zeigt



rechts die Komponentenseite einer SMS-Schaltkreiskarte mit Transistoren und Stromkreiselementen -auf einer Laminatfläche angeordnet- und links die Leiterseite mit gedruckten Verbindungsleitungen und ganz unten den Steckkontaktflächen. Eine SMS-Schaltkreiskarte war 2,5" breit, 4,5" hoch, die Distanz zur nächsten Karte betrug 0,5". Alle erforderlichen elektronischen Schaltkreisarten, wie z.B. Und/Oder-Gatter, Trigger, Latch, Verstärker, Treiber, usw. folgten diesem Aufbau.

Die Anforderungen an Schaltgeschwindigkeit und zu treibender Last, wurden mit zwei verschiedenen Schaltkreis-Familien erfüllt: einer für normale Anforderungen mit Schaltzeiten um 0,2 μ s und eine zweite, die trotz großer Last -von langen Leitungen im Großsystem- Schaltzeiten um 0,06 μ s leistete. Die Wärmeabfuhr besorgten Lüfter über Luftfilter.

6.6.2 Hauptspeicher.

Der Arbeitssicherheit und des direkten und kurzen Zugriffs wegen hat sich IBM 1957 für neue Produkte „pro Kernspeicher“ entschieden. Die Basis dafür war der erfolgreiche Einsatz bei den Großrechnern IBM 704 und 705. Das Speicherprinzip ist in Epoche 5, 3. Seite, beschrieben.

Die unter 6.3. dargestellte Tabelle enthält für die Systeme der 1400 / 7000er Serie Kapazität und Zykluszeit der Hauptspeicher. Diese Zykluszeiten wurden durch Weiterentwicklung, u.a. auch durch physische Verkleinerung der Magnetkerne erreicht.

Die Informationskodierung in den Hauptspeichern folgte den jeweiligen Anforderungen der Selbstprüfung. D.h. Gültigkeitsprüfung basierte bei

- in Binärwort-organisierten Speichern auf der Beifügung eines Prüfbits zu *jedem Wort*, auf gerade oder ungerade Bitanzahl.

- in alphanumerische Dezimalstellen organisierten Speichern mit BCD-Kodierung auf der Beifügung *eines Prüfbits pro Stelle*.

- in Dezimalworten organisierten Speichern mittels „2 von 5“ Kodierung.

Jeder Datentransfer schloß automatisch eine Gültigkeitsprüfung ein.

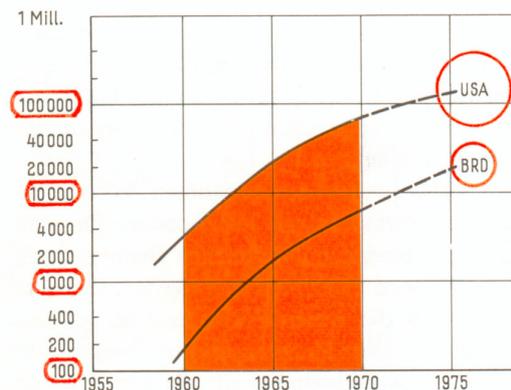
6.7 Zusammenfassung.

IBM konnte Kunden Anfang der 1960er Jahre eine Systempalette anbieten, deren Leistungsbandbreite von „klein bis sehr groß“ reichte. Die Transistorisierung machte dies möglich. Sie führte zu vielen neuen EDV-Anwendern, insbesondere durch die IBM 1401, aber auch einer gewissen Aufwärtsverträglichkeit von 1401-1410-1460. Diese Serie war ausserordentlich erfolgreich: Das IBM Werk Sindelfingen produzierte für Deutschland und Europäische Länder, es lieferte am 7.9.1962 bereits das 1000. System 1401 aus. Großsysteme der IBM 7000er Serie wurden in der deutschen Wirtschaft, staatlichen Institutionen und Hochschulen genutzt.

Dies belegt den damaligen Bedarf an EDV-Leistung. Herrn Prof. K. Steinbuchs Buch „Mensch-Technik-Zukunft“, 1971, enthält die Graphik unten, sie zeigt den Anstieg der Computer in USA und in Deutschland in der Phase der Transistorisierung.

Diese Entwicklungen stehen naturgemäß auch auf dem Hintergrund der Entwicklung des Bruttosozialproduktes. Für Deutschland waren dies 303 Mrd DM (für 1960) und 458 Mrd DM (für 1965).

Quelle: IDW-Zahlen 1978, Köln



Markterfolge einer neuen Technik sind wünschenswert und wichtig. Doch waren die drei IBM System-Kategorien „technisch/wissenschaftlich, kommerziell und universell“ untereinander nicht verträglich. Stand für Anwender der Wechsel auf eine höhere Leistungsklasse an, stellte dies ein Hindernis dar, denn ihre Investitionen in Programme waren teilweise - oder schlimmstenfalls ganz - verloren. Und außerdem waren damals weder Systemprogrammierung noch Anwendungsprogrammierung Ingenieurdisziplinen.

Obwohl diese Aussagen auch für die Mitbewerber der IBM zutrafen, entschied sich IBM, einen anderen Weg zu gehen, denn auch für IBM war es aufwändig - wie unter 6.5 schon angesprochen - mussten doch zusätzlich für alle peripheren Einheiten unterschiedliche Schnittstellen für mehr als ein Dutzend Systemarten entwickelt und in Produktion, Wartung und Teilelogistik vorgehalten werden.

6.8 Anwender. Wir greifen den Anwendungsbereich Kreditinstitute stellvertretend heraus. Diese EDV-Nutzer rechneten seit Epoche 4 elektronisch mit Kombinationen von 421 und 604 und wenige andere. Diese Technik war dort akzeptiert und trug quasi über die speicherprogrammierten Computer der Epoche 5 hinweg. Doch dies begründete die teilweise sogar dringend gewordene DV-Leistungserhöhung um 1959/60. Die neuen Produkte, insbesondere das mittelgroße IBM System 1401 deckte die Anforderungen so gut ab, dass die ersten Aufträge des Bereiches Banken- und Kreditinstitute bei IBM Deutschland GmbH zügig eingingen:

Die ersten Systeme IBM 1401 bei Kreditinstituten:

11-1959	Hessische Landesbank.....	1401, Magnetband
12-1959	SPARDA Hannover.....	1401, Magnetband
	Kreissparkasse Saarbrücken....	1401, Magnetband
	Deutsche Genossenschafts-	
	kasse Frankfurt.....	1401, Magnetband
02-1960	Neue Sparcasse Hamburg.....	1401, Magnetband
	Neue Sparcasse Hamburg.....	1401, Magnetband
	Deutsche Bank Hamburg.....	1401, Magnetband
	Deutsche Bank Düsseldorf, 2 x	1401, Magnetband
	Bay. Vereinsbank München.....	1401, Lochkarte
	Bay. Vereinsbank München.....	1401, Magnetband
	Berliner Diskontobank.....	1401, Magnetband

Quelle: Persönlicher Nachlaß von Herrn Karl Meyer, damals Leiter der Abteilung Electronic Data Processing Machines (EDPM) der IBM Deutschland GmbH

Seit 1950 standen die Banken in USA unter Druck, sie registrierten eine rapide Zunahme des Scheckaufkommens. Sie vergaben Forschungsaufträge, so z.B. an das Massachusetts Institute of Technology (MIT), um Vorschläge zu Problemlösungen erarbeiten zu lassen. Dieser Trend des Scheckaufkommens wiederholt sich in der Bundesrepublik Deutschland mit etwas Zeitverzögerung. Deutschland erreicht in 1970 die folgenden konkreten Zahlen für das Volumen von Scheck / Postscheck-Buchungen bei Banken:

in 1965	1970	1975	1980
4,08 Mia	6,05 Mia	9,75 Mia	15,6 Mia

Dabei ist für die Anzahl Buchungen in 1970 noch anzumerken, dass dies mit 3000 verschiedenen Formularen erfolgte, die sich auf 60% Überweisungen, 30% Schecks und 10% Lastschriften verteilten. In USA favorisierten die Banken die magnetische Zeichenlesung. Mit Schreibmaschine oder Drucker mit magnetischer Tinte gedruckte Zeichen wurden *direkt eingelesen* in den Computer.

In Deutschland wurden Klarschriftzeichen bevorzugt. Dies begann 1961 mit IBM 1418 numerisch, ab 1964 auch alphabetisch. Diese Technik setzte sich über 1968, 1972 bis 1987 in jeweils neuen IBM Produkten fort. IBM 1418 las z.B. 24.000 Schecks/Stunde direkt ins EDV-System und konnte auf verschiedene Formate eingestellt werden. Die

Vorteile des Direkteinlesens überzeugte die Anwender und förderte die Weiterentwicklung. Spätere Geräte lasen und sortierten mit bis zu 96.000 Schecks/Stunde.



Im Bild oben der *Klarschriftleser-Sortierer* IBM 1418 für den Anschluß an 1400er Serie-Systeme. (Siehe auch unter E 6.3, „Zeichenerkennung“).

Quellenangaben.

Liste der Bildquellen in der Abfolge der Textspalten

Titel	Quelle
IBM 7070 Datenfluß vereinfacht	Graphik des Autors
IBM 1401 Datenfluß vereinfacht	Graphik des Autors
IBM SMS-Karte, Vor- und Rückseite	Aufnahme des Autors
IBM Kernspeicherebene, Ausschnitt	Aufnahme des Autors
Computer in USA / BRD 1960/1970	Prof. Dr. Steinbuch: „Mensch-Technik-Zukunft“ von 1971, DVA Stuttgart
IBM 1401-1410-7070-7090-1301-1311	IBM Deutschland-
IBM 1418 Dokumentleser-Sortierer	Altarchiv.

Quellennachweise

Autor	Titel	
nicht genannt	- IBM SMS Component Circuits, CE Manual of Instruction, 223-6875,	1959
nicht genannt	- IBM 7090 Reference Manual	A22-6528 1959
nicht genannt	- IBM 7070 Princip. of Operat.	A22-7003 1959
nicht genannt	- IBM 1401 Handbuch D-74856,	1960
nicht genannt	- IBM 1410 Handbuch D-74 852	1962
	- Elektronische DV in Kreditinstituten	
	10 Autoren, Ltd. Bankfachleute, herausgegeben IBM Deutschland GmbH unter D- 78 094,	1962
Olf F.K.	- Lesende Computer,	
	Verlagsgesellschaft R. Müller,	1973
nicht genannt	- Zahlen z. wirtsch. Entw. der BRD, Institut der Deutschen Wirtschaft	1978
Jarema D.R.	- IBM Data Communications	1981
	IBM Journal of R&D, 25th Anniversary,	
Pugh E.W.	- Memories that shaped an Industry	1984
The MIT Press		
Bashe Ch. J. and others.	- IBM's Early Computers, MIT Press,	1986

6.9 Bildteil, Blau gedruckte Jahreszahlen sind das jeweilige Ankündigungsjahr der Produkte.



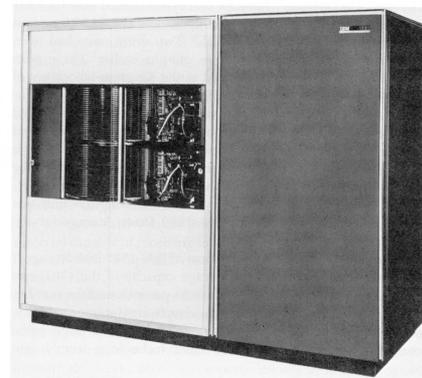
IBM Rechenzentrum Böblingen, IBM System **1401**, v. links nach rechts: sechs Magnetbandeinheiten 729, Karteneinheit 1402, Abfragekonsole 1407, Zentrale Recheneinheit mit Hauptspeicher 1401, Schnelldrucker 1403 und dahinter die Hauptspeichererweiterung auf 16 000 Stellen. Ganz rechts die Plattenspeichereinheit 1405. **1959**



Universität Bonn, Institut für Instrumentelle Mathematik, Rechenzentrum erhält 1964 eine IBM **7090**. Die Einheiten von links nach rechts: Hauptspeicher, Prozessor- und Kanaleinheiten, davor die Steuerkonsole mit Kartenleser, rechts acht Magnetbandeinheiten 729 und Drucker 407. **1958**



Rechenzentrum des Postscheckamtes Hamburg IBM System **1410** in 1962, von links nach rechts: Zentrale Recheneinheit mit Hauptspeicher 1411, Schnelldrucker 1403, Magnetplattenspeicher 1405, dahinter die Kanaleinheit, ganz vorne die Systemsteuerkonsole, rechts dahinter die Karteneinheit 1402. Rechts davon, nicht sichtbar, mehrere Magnetbandeinheiten 729. **1960**



Plattenspeichereinheit IBM **1301** mit zwei Speichermodulen. Die Speicherkapazität betrug an 7000er Computern pro Modul 28 Millionen numerische Zeichen, 56 Mio/ Einheit. Max. konnten fünf Einheiten an Großsysteme angeschlossen werden. **1961**

Die Weiterentwicklung von 1301 auf IBM **1302** brachte bei gleichem Äußeren vervierfachte Speicherkapazität durch fortgeschrittene Schreib/Lesekopf-Technik. **1963**
Die Steuereinheit beider DASD's war IBM **7631**.



Rechenzentrum des Versandhauses Neckermann Frankfurt, der erste IBM **7070** Großrechner Europas geht 1960 in Betrieb. Vorne in der Mitte der Systemoperator am Steuerpult, rechts hinten der Bandoperator an einer Magnetbandeinheit IBM 729. Die Datenumsetzung von Urbelegen auf Magnetband und die Ausgabe auf Schnelldruckern besorgten mehrere IBM 1401 Systeme. Der Datenverkehr zwischen den Systemen erfolgte noch durch Magnetbänder. **1959**

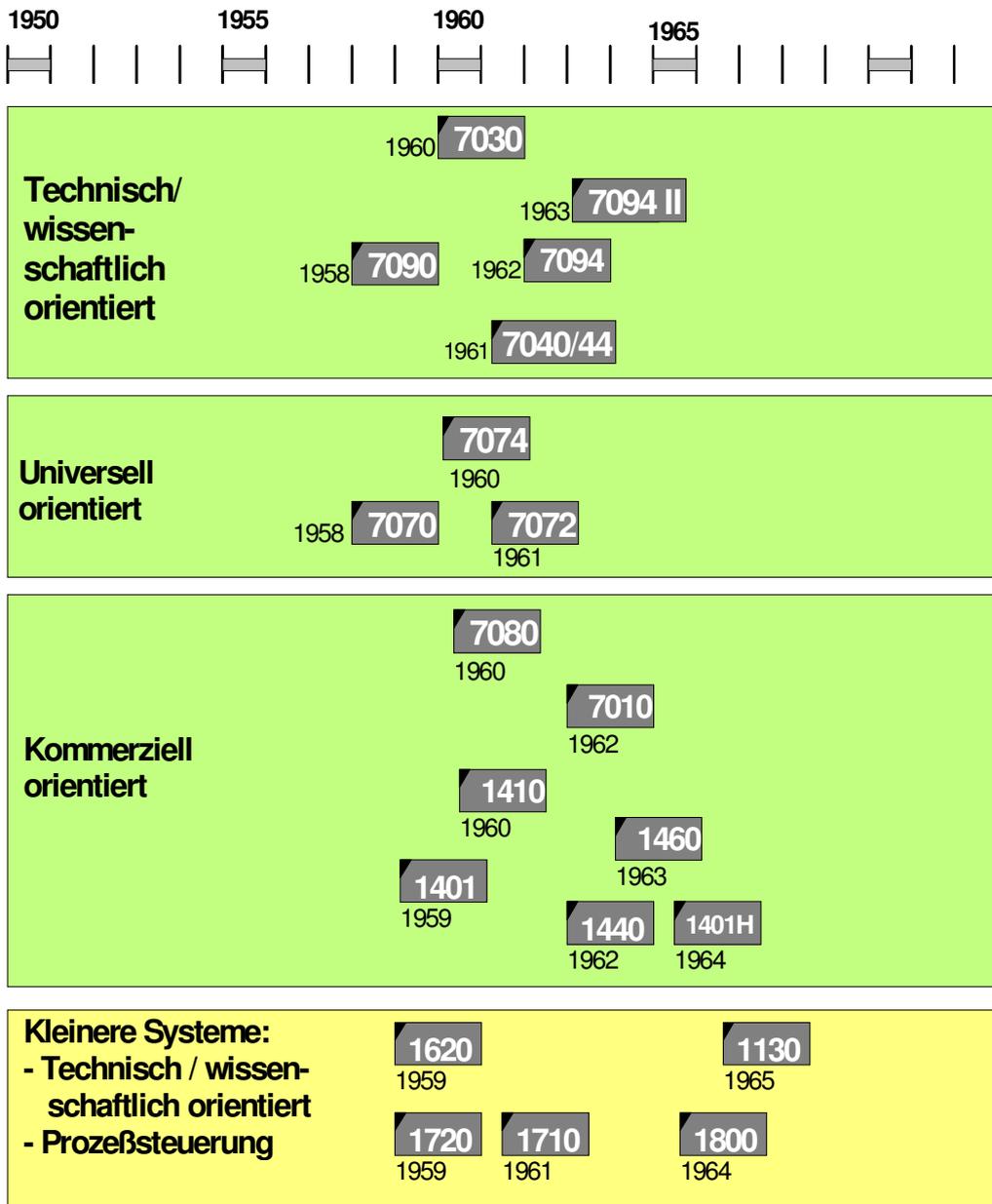


Plattenspeicher IBM **1311** mit auswechselbarem Plattenstapel IBM 1316 mit 2 Mio alphanumerischen Zeichen Speicherkapazität. Die durchschnittliche Zugriffszeit beträgt nur 150 ms. Angekündigt mit IBM System 1440 in 1962. **1962**

Im Bild rechts oben, abgedeckt mit einer Plexiglashaube, ist der eingesetzte Plattenstapel (Disk Pack) sichtbar, er hat 10 Plattenoberflächen. Die Schreib/Leseköpfe aller Plattenoberflächen werden gleichzeitig horizontal positioniert. Jede von 100 Spuren pro Oberfläche ist in 20 adressierbare Sektoren unterteilt. Jeder Sektor nimmt 100 alphanumerische Zeichen auf.

6. 10 System-Charakteristiken, Überblick.

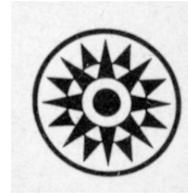
Architektur	als Computer-Terminus nicht existent, orientiert an Einsatzgebieten unten
Technologie Logik	Transistor, IBM Standard Modular System
Technologie Hauptspeicher	Kernspeicher
Betriebssystem	IBSYS für 709/7090, 1410 Betriebssystem
Datenspeicherung und Zugriff	Lochkarte, Magnetband, Magnetplatte, IOCS
Betriebsart	Stapelverarbeitung, Direkt-Verarbeitung "im Kommen", SPOOL
Telekommunikation	DFÜ mit Subsystemen 1030/ 1050/ 1060 per 1448 Steuerung



Jahresangaben bei den Produkt-Typen sind das *Ankündigungsjahr für den Markt.* xbsstre6.dsf

Epoche 7

IBM System /360 setzt Weltstandard 1964



Umfassend, universell und weittragend.

Mit dem Erfolg der Systemserien 7000 / 1400 kamen IBM intern unternehmerische Fragen auf, die der Beantwortung bedurften. Wenige Beispiele genügen: Sind viele simultane Entwicklungsprojekte vertretbar?, wie erfolgreich sind die sieben Haupt-Mitbewerber am EDV-Markt?, wie zuverlässig sind die längerfristig erkennbaren Absatz-Abschätzungen in ihrer Tendenz? Eine andere Kategorie von Fragen befasste sich mit der wachsenden Vielfalt von Eingabe / Ausgabe-Geräten und ihrer individuellen Anschlüsse an mehr als ein Dutzend unterschiedlicher Systeme und der dafür erforderlichen Logistik. Alle diese Systeme benötigten je ihren eigenen Software-Support, der aufwändig bereit zu stellen war.

Deshalb konstituierte sich im September 1961 eine Arbeitsgruppe mit 14 Mitgliedern, alle Experten ihres Faches aus relevanten Unternehmensbereichen, um an diesen Fragen zu arbeiten. Der Leiter der „SPREAD“- Gruppe war Don Spoulding. SPREAD kennzeichnet die Herkunft der Experten, sie kamen aus **S**ystem **P**rogramming, **R**esearch, **E**ngineering **A**nd **D**evelopment. Die Gruppe beendete ihre Aufgabe zum Jahresende mit einem ausführlichen Bericht, der die weiteren Schritte für das Unternehmen empfahl. Unter anderen war einer der wichtigen Schritte die Bildung eines *Architektur-Teams* für eine künftige Produktlinie. In dieses Team wurden neunzehn Mitglieder aus relevanten Unternehmensbereichen verpflichtet, um an dieser einmaligen Herausforderung zu arbeiten.

Das Ergebnis der mehrjährigen Anstrengungen war die Ankündigung des **IBM System /360** am 7. April 1964, einer Familie aufwärts kompatibler Prozessoren mit großer Leistungsbandbreite und einer nie dagewesenen Anzahl noch leistungsfähigerer, neuer Eingabe/Ausgabe-Einheiten einschließlich deren standardisiertem Systemanschluß.

Inhalt	E 7 Seite
7. 0 Einführung.	1
7. 1 Reform der EDV durch IBM.	2
7. 2 IBM's Antwort auf zukünftige Anforderungen.	
7. 3 Neuerungen allgemein.	
7. 3.1 Adressierung und Datenformate	3
7. 3.2 Technologie Schaltkreise und Hauptspeicher.	
7. 3.3 Instruktionsrepertoire.	
7. 3.4 Neue periphere Speichereinheiten.	
7. 3.5 Telekommunikation.	
7. 3.6 Programmunterstützung.	
7. 3.7 Anwendungsprogramme.	4
7. 3.8 Mikroprogrammsteuerung.	
7. 3.9 Programm-Emulation von bisherigen Rechnern.	
7. 4 Perspektiven 1964.	5
7. 5 System /360 und Hochschule.	
7. 6 System /360 und internationale Zusammenarbeit.	
7. 7 Quellenangaben.	
7. 8 Ergänzung zu 7.3.6 (Programmunterstützung).	6
7. 9 Bildteil 1	
7.10 System /360 Prozessoren-Leistungsparameter und Bildteil 2	7
7.11 Systemcharakteristiken, Überblick	8

7.1 Reform der EDV durch IBM.

Die grosse Vielfalt unterschiedlicher Rechner, die meist auf spezielle Einsatzbereiche ausgerichtet waren, die rasche Aufeinanderfolge immer wieder weiterentwickelter Modelle, bereitete trotz der Ansätze einzelner kompatibler Rechnerreihen sowohl den Kunden, als auch der IBM zunehmende Probleme.

Beim Übergang auf ein leistungsstärkeres System war es erforderlich, vorhandene Programme umzustellen, oder völlig neu zu entwickeln. Für die IBM andererseits wurde der Aufwand immer größer, für die wachsende Zahl unterschiedlicher Systeme sowohl Systemprogramme, wie z.B. IOCS, Compiler und Anwendungsprogramme, wie z.B. Linear programming, bereit zu stellen.

7.2 IBM's Antwort auf die zukünftigen Anforderungen war das revolutionäre IBM System /360, das am 7. April 1964 angekündigt wurde. Für alle Modelle dieser Rechnerfamilie wurden alle Eigenschaften, die für die *Benutzerprogramme* relevant waren, einheitlich festgelegt. Dazu gehörten insbesondere der komplette Instruktionssatz, einschließlich der Befehle für Ein- und Ausgabe, Datenformate und die Speicherstruktur. Die Gesamtheit dieser Eigenschaften wurde als *Architektur* bezeichnet:

IBM System /360 Architektur. Sie wurde von G.A. Blaauw und F.P. Brooks in 1963 wie folgt definiert:

Die Systemarchitektur beschreibt die Eigenschaften eines Rechnersystems für den Programmierer, d.h. die konzeptionelle Struktur und das funktionale Verhalten des Systems.

Sie beschreibt nicht die Datenflussorganisation, die Steuerungslogik, den logischen Entwurf und die physische Realisierung des Systems.

Nach dieser Definition gehören deshalb für die System /360 Modelle folgende Begriffe zur Systemarchitektur:

Byte als adressierbare Einheit, Datenformate, Instruktionssatz, Unterbrechungseinrichtung, Programmsteuerung, *Speicherschutz*einrichtung, *Zeitgeber*, E/A-Instruktionen, *E/A-Standardschnittstelle*. In blau gedruckte Begriffe waren neu ab S/360.

Datenformate und Instruktionen umfassten die Vielfalt sowohl der kaufmännischen wie der technisch-wissenschaftlichen Anforderungen, das IBM System /360 war damit ein universelles System. Zusätzlich wurde eine einheitliche Kanalschnittstelle für den Anschluss der Peripheriegerätee festgelegt. Alle Peripheriegeräte konnten damit an alle Modelle der Familie angeschlossen werden. Mit der neuen Kanalorganisation wurde voll überlappte Ein/Ausgabe und Verarbeitung zum Standard.

Die angekündigten Modelle 30, 40, 50, 60, 62 und 70 boten einen weiten Bereich an Rechnerleistung, Speichergröße und Anschlussmöglichkeiten für Ein/Ausgabegeräte. Noch vor Auslieferung

wurden die Modelle 60, 62 und 70 durch die Modelle 65 und 75 ersetzt. In den folgenden Jahren wurden weitere Modelle -Modelle 25 und 22- am unteren und am oberen Ende des Leistungsbereichs -Modelle 195 und 85- angekündigt. Das Modell 195 war das größte allgemein verfügbare /360 Modell, das Modell 85 wies mit neuen Funktionen und einem Pufferspeicher (*Cache*) schon auf die nächste Produktlinie.

Ein neues Systemkonzept wurde mit dem Multiprozessorsystem Modell 65MP in 1968 eingeführt. Zwei Modelle 65 wurden so verbunden, dass sie miteinander kommunizieren konnten und ihre eigenen Hauptspeicher zusammen *als einen grösseren benutzen* konnten. Ein Betriebssystem steuerte beide Prozessoren bei der Abarbeitung der anliegenden Jobs. 65MP brachte mit seinen zwei Prozessoren deutlich höhere Durchsatzleistung und erstmals Ausfallsicherheit der Anwendungen. Ab hier bestimmte dieses Konzept die Entwicklung der leistungsstärksten Systeme. .

Spezialmodelle mit teils veränderten Funktionen, sind das Modell 44 für die *Echtzeit-Prozesssteuerung* und das Modell 67 für den *Teilnehmerbetrieb*, in dem erstmals der virtuelle Speicher verwendet wird. Die Modelle 91 und 95 wurden nur unter speziellen Verträgen an Regierungsstellen vermietet.

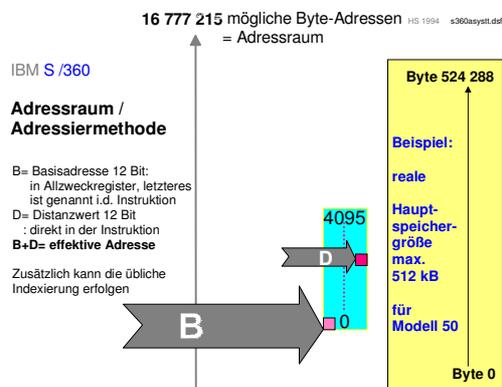
Das Modell 20 sollte kleineren Unternehmen den Einstieg in die EDV ermöglichen und dieser Preis/Leistungs-Klasse gerecht werden. Der hierfür entscheidende Lösungsansatz war - gegenüber der vollen /360 Architektur - leicht eingeschränkte Funktionen und die Implementierung des Instruktionssatzes per Mikroprogrammsteuerung. Konfigurationen gingen von Karte/Band/Platte bis DFÜ. Die Entwicklung des Modells 20 erfolgte im Entwicklungslabor Böblingen, es erzielte mit 16.000 Installationen die damals größte Verbreitung eines IBM Systems. 1968 wurde das *M20 Submodell 5* eingeführt, dessen Mikroprogramm war erstmals in einen Schreib/Lese-Speicher geladen, eine Neuerung, die richtungsweisend schon wieder in die nächste Produktlinie zeigte. Einen Modell-Überblick der Epoche 7 zeigen die Seiten 7 und 8.

7.3 Neuerungen. Zum ersten Mal stand mit dem System /360 eine Systemreihe zur Verfügung, die einheitlich konzipiert war und die mit der einheitlichen Systemarchitektur dem Benutzer ein hohes Maß an Flexibilität bei der Festlegung der erforderlichen Systemkonfiguration und vor allem eine *Wachstumsperspektive* bot. Beim Übergang auf ein grösseres Modell konnten alle vorhandenen Programme weiter verwendet werden, mit vollem Schutz der getätigten Investitionen. Die System /360 Architektur war in den *Principles of Operation* festgelegt. Ebenso wurde eine einheitliche Kanalschnittstelle definiert. Die Freigabe dieser Informationen stellte einen wichtigen Schritt einer Öffnung

dar und gewann grossen Einfluß auf die gesamte Entwicklung der DV-Industrie.

Das System /360 brachte den Anwendern eine Reihe *erstmalig eingesetzter Neuerungen*, die wichtigsten sind im folgenden dargestellt.

7. 3.1 Adressierung und Datenformate. Die kleinste adressierbare Einheit ist das *Byte* mit 8 Bits. Damit können 256 verschiedene Zeichen, Groß- und Kleinbuchstaben, und viele Sonderzeichen dargestellt werden. Das Byte setzt damit Industriestandard. Die Adresse ist 24 Bit lang, dies entspricht 16 MB Adressraum. Die Adressierung nutzt ein neuartiges Verfahren: das Adressfeld der Instruktion ist nur 12 Bit lang, die anderen 12 Bit werden einem Allzweckregister entnommen. Auf diese Weise wird einerseits Programmspeicherplatz reduziert und andererseits einfache Relokation von Programmteilen erreicht. Darüber hinaus wird die bekannte Adressindexierung genutzt. Die folgende Graphik illustriert die Adressierungsmethode.



Die Datenformate umfassen binäre Festkommazahlen, Gleitkommazahlen -mit einfacher und doppelter Genauigkeit- und Dezimalzahlen mit variabler Länge, jeweils mit eigenem Instruktionssatz.

7. 3.2a Technologie Schaltkreise. Das Schaltkreis-Grundelement war ein 0,6 x 0,6 mm messender Mikrotransistor, bis zu 6 davon waren auf einem Keramikmodul mit 12,5 mm Seitenlänge aufgebracht zusammen mit ihren Stromkreiselementen. Sie wurden vollautomatisch gefertigt und hatten hohe Zuverlässigkeit. Drei Leistungsklassen mit Schaltzeiten von 700, 30 und 10 bis 5 ns waren eingesetzt, die jeweiligen Anforderungen abzudecken in der sogenannten IBM SLT-Schaltkreistechnik (**SLT= Solid Logic Technology**). Einbau-Grundelement war die SLT-Schaltkreiskarte, diese wurde aufgenommen von Boards standardisierter Größen. Flachkabel verbanden die Boards untereinander. Board = kombinierte Leiter- und Steckplatte.

7. 3.2b Technologie Hauptspeicher. Das System /360 nutzte durchgehend Kernspeichertechnik in fortgeschrittener Form, genannt **Dreidrahttechnik**. Die übliche x/y Koordinatenansteuerung blieb, jedoch wurde die dritte Leitung sowohl zum Auslesen als auch zur Steuerung der Wiedereinschreibung genutzt. Das Ergebnis: kleinere Kerne und damit schnellere Zykluszeiten (Tabelle E 7 Seite 7).

7. 3.3. Instruktionssatz. Es umfasste mit

143 Instruktionen folgende Gruppen: Festkomma-Arithmetik je binär oder dezimal, Gleitkomma-Arithmetik, Logische Operationen, Verzweigungsoperationen, Statussteuerung und mehrstufige Unterbrechungssteuerung sowie Ein-Ausgabe-Operationen. Der Nutzer wählte aus standard/commercial/scientific-Instruktionssätzen, die für ihn optimale Kombination. Das Maximum war der *universelle Instruktionssatz*. Hier ist anzumerken, daß die oben erwähnte Status- und Unterbrechungssteuerung die Hardware-Grundlage bildete für das später eingeführte Multiprogramming.

7. 3.4 Neue Periphere Speichereinheiten boten kürzere Zugriffszeiten und höhere Datenübertragungsraten aufgrund größerer Speicherdichte bei Magnetband und Magnetplatten. Magnetband wird dem Byte gerecht durch 9 Spuren für die 8 Bits und ein Prüfbitt. Der Standardplattenstapel für IBM 2311 fasst jetzt 7,5 MB. Die Kombination „auswechselbarer Plattenstapel und hohe Speicherkapazität“ mit IBM 2314 (in 1966) mit maximal 8 Plattenlaufwerken mit je 29 MB erreichte 232 MB Gesamtkapazität beim grössten Modell 2314.

Beispiele	Type	Speicherkapazität	Datenrate	Mittlere Zugriffszeit
	neu			
DASD	1311	2 Mio Character*	85,8 kC**/s	150 ms
direct access	2311	7,5 Megabyte	151 kB/s	75 ms
	2314	29 Megabyte/Lf-werk	312 kB/s	60 ms
SASD	729-IV	Von 0,6-12 Mio Char.	90 kC*/s	-----
sequential access	2401-5	Von 2-38 Mio Bytes	120 kB/s	-----
	2401-6	desgleichen	180 kB/s	
(1968)	2420-7	desgleichen	320 kB/s	
		pro Bandspule je nach Blocklänge		

*1 Character= 1 alphanumerisches Zeichen **kilo-Character

7. 3.5 Telekommunikation. Terminals der IBM-Subsysteme 1030/1050/1060/1070 - als Datenerfassungsanlagen wirkend - wurden via Modem, Telefonleitung, Modem, an die neuen Ferndaten-Steuereinheiten IBM 2701 (max. 4 Telefonleitungen) bzw. 2702 (bis zu 31 Telefonleitungen) angeschlossen. Beide Einheiten waren mit S /360-Selektor- oder Multiplexkanal verbunden. Die Standard-Übertragungsgeschwindigkeit betrug 180 Bits/Sek. Übertragung konnte in eine Richtung (simplex) oder abwechselnd in beide Richtungen (half-duplex) erfolgen. BTAM (Basic Telecommunication Access Method), steuerte als Teil des Betriebssystems, auch die Datenfernübertragung-Steuereinheiten 2701 / 2702.

7. 3.6 Programmunterstützung. System /360 setzte ein Betriebssystem (BS) für die Betriebsablaufsteuerung, die Arbeitsablaufplanung (Scheduling) und das Datenmanagement voraus. Diese Anforderung bei gegebener Bandbreite an Hauptspeicherkapazität und Rechenleistung forderte die IBM heraus, ein umfassendes Betriebssystem bereitzustellen. Doch kamen zusätzlich die Anforderungen *damals aufkommender, neuer Betriebsarten* wie z.B. Multiprogramming und Transaktions-Verarbeitung hinzu. Und überdies Fragen, die sich schneller

Klärung entzogen, z.B.: kann DASD als System-speicher vorausgesetzt werden? Wie aufwändig darf Programmumschaltung sein?, Ist Objektprogramm-Verträglichkeit unabdingbar oder sind Re-kompilationsläufe mit dem nächsthöheren Betriebs-system zumutbar?, Kann ein Betriebssystem modular so angelegt werden, daß es die Bandbreite aller Modelle abdecken kann? Dies führte dazu, daß der anfängliche Plan während der Entwurfs- und Ent-wicklungsphase der Systemsoftware mehrfach ver-ändert werden mußte.

Der am 7. 4. 1964 angekündigte Umfang des Betriebssystems OS/360 war zweigeteilt:

1. OS/360 Steuerungsprogramm, lieferbar für 4Q 1965 und der Time Sharing & Telekommunikations-Version lieferbar 2Q 1966; sowie einer Reihe Assembler, FORTRAN, PL/I, COBOL, SORT/MERGE sowie Dienstprogrammen und
2. „Special Support Programming-Systemen“, die die Belange der kleineren Systeme hinsichtlich Speicherleistung und Ausrüstungskapazität abdecken sollten. Unter 7. 8 finden Sie dazu mehr.

OS/360 war das aufwändigste Betriebssystem, es erlaubte, eine laufende Folge von Anwendungsprogrammen vollautomatisch zu verarbeiten und den unterschiedlichen Anwender-Anforderungen gerecht zu werden. Damit wurde *automatisch-er Betriebsablauf des EDV-Systems* Realität.

Die Hauptkomponenten von OS /360 waren der *Datenmanager*, der *Taskmanager*, der *Job-manager*, die *Benutzer-Schnittstelle*, die *System-Generierung* und die *Systemwartung*. OS-Hauptaufgabe war die gegenseitige Trennung von Anwendungsprogrammen durch Einsatz von Speicherschutz, privilegierter Instruktionen und des Vorrang-Unterbrechungssystems. Ein/Ausgabe-Jobs werden per Warteschlangenmethode so gesteuert, dass mehrere, nicht miteinander in Beziehung stehende Jobs/Tasks quasi-simultan ablaufen können. Der zugrunde liegende Ansatz war, *die maximale Nutzung vorhandener Systemressourcen* zu erreichen.

OS /360 war zu aufwändig für *kleinere Systeme*, das Modularkonzept erwies sich als nicht realisierbar für sie. Dies führte zu TOS und DOS /360. Das Disk Operating System (DOS) wurde später das am weitesten verbreitete Betriebssystem. Es wurde 1965 entworfen und 1966 ausgeliefert. Es hatte viele Kunden der Modelle 30 und 40 zu unterstützen. TOS/360: Tape Operating System, erlangte aufgrund der später zum Standard avancierenden DASD-Nutzung nur wenig Verbreitung.

7. 3.7. Anwendungsprogramme wurden in den Sprachen Assembler, PL /I und COBOL geschrieben. Für wissenschaftliche Anwendungen wurde meist FORTRAN IV und die mathematische Sprache APL verwandt. APL war die erste Sprache, die in Dialog-Modus betrieben werden konnte, d.h. mittels Endgerät wurde eine Eingabe gemacht, das System antwortete mittels Ausgabe-Seriendrucker

oder Bildschirm. Bei kleineren Modellen wurde der Report Program Generator II (RPG II), d.h. ein Listengenerator, dort angewandt, wo die Anwender von Lochkartenmaschinen-DV her kamen und mit S /360 Modell 20 auf ein modernes System umstellen wollten.

Für den Aufbau eines Online-Datenbanksystems war ein IBM /360 Modell 50 mit IBM 2314 (DASD), gesteuert durch OS /360, erforderlich. Die 2314 DASD speicherte das Betriebssystem, die Telekommunikationsprogramme, die Anwendungsprogramme und die dazugehörigen Dateien. Dieser Ansatz führte von der traditionellen, vorgeplanten und sequenziellen Stapelverarbeitung (Batch Processing) zur Verarbeitung von wahlfrei eintreffenden Transaktionsanfragen, der sogenannten „On Line“- Verarbeitung. Wesentlich verbesserte Indexierungs- und Adressierungsmethoden für DASD's machten dies möglich.

Dieses neue Datenbasiskonzept ermöglichte es z.B., für die Fertigungsindustrie das Software-Paket „Bill of Material Prozessor“ (BOMP) zu entwickeln (1964). BOMP bildete den Kern des umfassenden Produktions-Informations- und Steuerungssystems PICS (1964), das Bestandsteuerung, Einkaufsteuerung, Kapazitätsplanung und Fertigungsflächensteuerung *integriert* enthielt.

Das Programmpaket Retail IMPACT, ermöglichte es, auf der Basis von Verkaufsergebnisdaten von Kaufhäusern den komplizierten Handelsfluß im Einzelhandel effektiver und profitabler zu steuern.

Ein Management Information System MIS wurde entwickelt, um den Einfluß von Managemententscheidungen auf Unternehmensprozesse und das Geschäft eines Unternehmens zu simulieren, bevor aktuelle Entscheidungen getroffen werden (1966).

Die Verbindung des oben beschriebenen Datenbasiskonzepts mit neuen Datenkommunikationsverfahren führte zur **DB/DC (Data Base / Data Communication)**-Software genannt **IBM IMS /360**. Es steuerte in Echtzeit vielfache, wahlfrei eintreffende Transaktionsanfragen und unterstützte die *integrierte Datenbasis* jeder einzelnen Echtzeit-Anwendung.

In 1969 wird auch das Generalized Information System GIS mit seiner Abfragesprache STAIRS verfügbar. Es erlaubte strukturierte Abfragen in unformatierten Dateien.

7. 3.8 Mikroprogrammsteuerung. Die Verwirklichung der vollen Architektur erforderte eine der Größe des Systems angepasste Implementierung. Bei den größten Modellen wurde die gesamte Logik verdrahtet. Bei den anderen Modellen wurden Teile des Instruktionssatzes oder alle Instruktionen durch Mikroprogrammsteuerung implementiert.

7. 3.9 Programm-Emulation. Mikroprogramm-Steuerung ermöglichte die Emulation bisheriger IBM Rechner auf /360 Modellen. Mit entsprechender Emulationseinrichtung konnten /360 Modelle im Modus des emulierten Systems arbeiten und be-

stehende Programme direkt ausgeführt werden. Der Übergang auf /360 Modelle wurde damit wesentlich erleichtert, weil bestehende Programme nacheinander umgestellt werden konnten und die übrigen unter Emulation weiter verwendet werden konnten. Emulationseinrichtungen gab es für die /360-Standardmodelle, um Programme der 1400- und 7000 Serien Systeme zu emulieren.

7.4 Perspektiven 1964 Datenverarbeitung war 1964 noch voll zentralisiert, dies reichte von kleinen EDV-Abteilungen bis zu großen Rechenzentren. S /360 wurde eingesetzt bei Handel, Industrie, Kreditinstituten, Produktion, Regierung, Verwaltung und Wissenschaft.

Das Potential von S /360 bot seinen Nutzern -auf der Basis moderner wissenschaftlicher Methoden- die Möglichkeit, neue und komplexere Anwendungen zu entwickeln und damit ihr Unternehmen zu steuern und ihr Geschäft weiter zu entwickeln.

Die S /360 Architektur wurde zum EDV-Branchen-Standard für EDV-Systeme, sie war fundamental für kommende Systemgenerationen. Diese Standards und die IBM Systemsoftware in Form der Betriebssysteme bildeten auch eine wichtige Grundlage für die aufkommende Software-Branche in vielen Ländern. Die S /360 Architektur hatte grosse Tragweite und Erweiterungspotenzial, ihre Grundkonzepte existieren bis heute.

Elektronische Datenverarbeitung wurde eine eigenständige Branche. Ein Grund dafür war, daß das Wachstum besonders gefördert wurde durch die veröffentlichte Systemarchitektur, dies öffnete der Software-Branche den Weg zu Standard-Anwendungsprogrammen. Die E/A-Standard-Schnittstelle öffnete den Markt für Hersteller von steckerverträglichen E/A-Geräten. Jährliche Wachstumsraten für EDV-Systeme lagen zwischen 1965 und 1970 im Bereich von etwa 30% , sowohl in U.S.A. als auch in der Bundesrepublik Deutschland.

1969 gab es neue IBM Marketing-Richtlinien: viele Systemingenieurtätigkeiten, viele künftige Computerprogramme und die meisten Kunden-Weiterbildungsseminare wurden jetzt gegen Bezahlung angeboten. Dies war der Start des Software- Marktes und der Beginn des modernen Dienstleistungsgeschäftes in der EDV-Branche.

Thomas J. Watson jun. erklärte die Dekade der 1960er Jahre zur „most exiting and productive in the more than 50 year history of the company“.

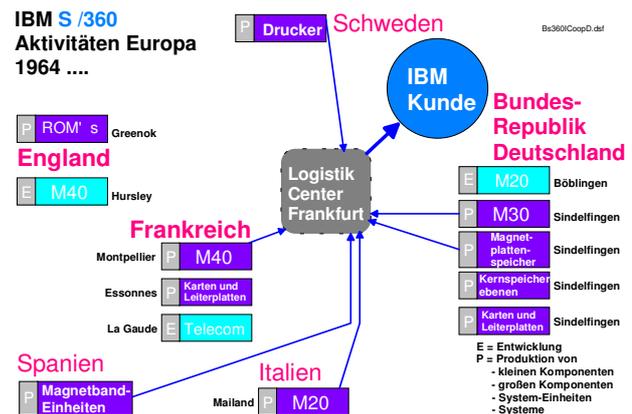
7.5 System /360 und Universitäten.

Der in der EDV erreichte Grad an Leistung, Komplexität und Zuverlässigkeit einerseits, aber auch die bei der Entwicklung von Hardware und Software einzuschlagenden Wege, forderten neue Hochschul-Bildungsgänge, denn bis dahin kamen DV Fachleute aus vielen Fachrichtungen, wie z.B. Betriebswirtschaft, Elektrotechnik, Feinmechanik,

Mathematik, Nachrichtentechnik, Physik, um nur einige zu nennen. Um den neuen Anforderungen gerecht zu werden, gründete die Carnegie Mellon University, U.S.A. in 1965 das erste *Computer Science Department*, das erste Institut für Computerwissenschaften nahm den Lehrbetrieb auf. Der erste Lehrstuhl für Informatik in der Bundesrepublik Deutschland wurde durch die Universität Karlsruhe in 1969 mit Prof. Dr. Karl Steinbuch geschaffen.

7.6 System /360 und internationale Zusammenarbeit.

Erstmals in der Firmengeschichte hatten Entwicklung, Produktion, Technischer Kundendienst und Vertrieb in Europa die Aufgabe, sich mit der IBM Muttergesellschaft so zu organisieren, daß Kunden in Europa und USA gleichzeitig neue IBM Produkte des IBM System /360 in Betrieb nehmen konnten. Das Bild unten zeigt die damaligen Standorte und deren Aufgabenzuordnung im Rahmen dieser zwar internen, doch richtungsweisenden internationalen Zusammenarbeit zu einer Zeit, als die Europäische Wirtschaftsgemeinschaft ein noch sehr „zartes Pflänzchen“ war.



7.7 Quellenangaben

Liste der Bilder in der Abfolge der Textspalten.:

Titel	Quelle
- S /360 Adressraum und Adressiermethode	Graphik des Autors
- S /360 Aktivitäten Europa	Graphik des Autors
- Drei Graphiken	Graphiken des Autors
- Tabelle Prozessoren	IBM R&D Systems Journal 1981
- Photos M20, 30 und 50	IBM Deutschland Altarchiv
- System-Charakteristiken	Graphik der Autoren

Quellennachweise:

Autor	Titel
Wilkes M.V. and J.B. Stringer	Micro-Programming and the design of the control circuits in an Electronic Computer Proceedings of the Cambridge Philosophical Society U.K..... 1953
Burgess G.S.	Preliminary Information on SCAMP, IBM Hursley Study towards System 360..... 1961 (at that time a restricted paper).
nicht genannt	IBM Ankündigungsbrief vom 7. April.... 1964
nicht genannt	IBM System /360 Principles of Operation Form A22-6821..... 1966

Fortsetzung nächste Seite

Quellennachweise, Fortsetzung.

Autor	Titel	
nicht genannt	IBM Deutschland GmbH Geschäftsbericht.....	1966
Stevenson H.	Elektronische Datenverarbeitung in Banken, W. de Gruiter & Co Berlin...	1968
Sopher R.P. and Totta, P.A.	SLT Device Metallurgy and its Monolithic Extens., IBM Journal of R&D, Nb.13....	1969
nicht bekannt	„Highlights of IBM History“, Form G520-1580-8 Armonk.....	1970
Evans Bob O.	System/360: A Retrospective View, Annals of the History of computing, Vol. 8, Nb. 2, April.....	1986
Sandner G.	25 Jahre IBM System /360, IBM Deutschland GmbH.....	1989
Pugh E.W., Johnson L.R. and J.H. Palmer	IBM's 360 and Early 370 Systems The MIT Press, Cambridge Massachusetts London, England.....	1991

7.8 Ergänzung zu 7.3.6.(Programmunterstützung) Angekündigte System /360 - Programme

OS/360 Software-Komponenten

Auslieferungsdatum

- Basis-Monitorfunktionen incl. 2400 Magnetbandeinheiten, , DASD 2311, Papierstreifenleser 2671, Karten-Lesern/Stanzen 1402, 1442 und Druckern 1403 und 1443.....4Q 1965
- Time Sharing und Telekommunikationsfunktionen einschließlich 2701 und 2702 mit 1030, 1050, 1060, 2250 Bildschirm/Tastatur-Endgerät, 7340 Hypertape-Bandeneinheit, DASD 2301 und Magnetstreifenspeicher 2321.. 2Q 1966
- Assembler Level 1 (10 kB) und Level 2 (44 kB), Level 3 (200 kB).....4Q 1965 / 2Q 1966
- FORTRAN Level 1 (10 kB) und Level 2 (200 kB)..... 4Q 1965
- New Programming Language Level 1 (10 kB) und Level 2 (44 kB).....4Q 1965
- und Level 3 (200 kB).....2Q 1966
- COBOL Level 1 (10 kB)..... 4Q 1965
- Level 2 (44 kB).....2Q 1966
- Report Program Generator, Level 1 (10 kB).....4Q 1965
- SORT/MERGE 2400 Magnetbandeinheiten und 2311 Plattenspeicher.....4Q 1965
- SORT/MERGE 7340, 1302 und 2301.....2Q 1966
- Dienstprogramme (Utilities), Level 1 (10 kB).....4Q 1965

Special Support Programming Systems A' Datum

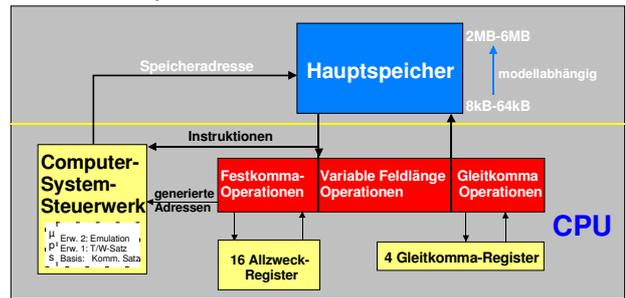
- Lochkarten-Basis-Assembler-Programm.....1Q 1965
- Magnetband Assembler-Programm.....3Q 1965
- DASD Assembler Programm.....3Q 1965
- Magnetband-SORT/MERGE-Programm, einkanlig und als getrenntes Paket zweikanlig.....3Q 1965
- DASD-SORT/MERGE Programm.....3Q 1965
- Lochkarten-New Program Language. (NPL)4Q 1965
- Magnetband-FORTRAN IV, (16 kB).....2Q 1965
- Karten- und Magnetband-Unterroutinen.....1Q 1965
- Magnetband-IOCS und als..... 3Q 1965
- getrenntes Paket - DASD-IOCS.....3Q 1965
- Report Program Generator, je getrennte Programme für Lochkarte, Magnetband und DASD..... 4Q 1965 / 3Q 1965
- Dienstprogramme, je Lochkarte, Magnetband und DASD 1Q 1965 / 3Q 1965
- DASD-File Organisationsroutine.....3Q 1965
- Optische und magnetische Belegleser-Programme.....3Q 1965
- Prozeßsteuerung-Programme..... 4Q 1965
- Test-Hilfsprogramme.....3.Q 1965

IBM /360 Betriebssysteme von 1964 bis 1969:

untere-	mittlere-	obere-	Leistungs-
Basic Programming Support (BPS) 1965	•Tape Operating System (TOS) 1965	• Primary Control Program (PCP) 1966	klasse
	• Disk Operating System (DOS) 1965	• Multiprogramming with a fixed number of tasks (MFT) 1967	
	• DOS 2314 1967	• Multiprogramming with a variable Nb. of tasks (MVT) 1967/68	
	• DOS MP* 1968		
* Multiprogramming			

7.9 Bildteil 1

IBM S /360, Komponenten der "vereinheitlichten CPU".



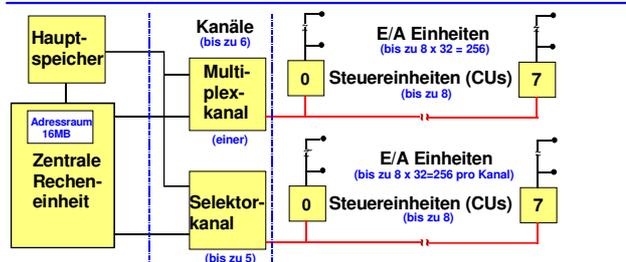
CPU-Komponenten:

- Einrichtung f.d. Adressierung des Hauptspeichers
- Einrichtung für das Aus/Einlesen des Hauptspeichers und externen Geräten
- Arithmetische und Logische Einheit (ALU)
- Einrichtung f.d. Instruktionen-Abfolge-Steuerung und die Dekodierung der Instruktionen
- Einrichtung zur Initialisierung der Kommunikation zwischen CPU bzw. Hauptspeicher und externen Geräten
- Einrichtung zur Funktionsstatus-Umschaltung zwischen Betriebssystem und Anwendungsprogrammen.
- Unterbr.-Einrichtg. z. autom. Behandl. von Sys.Konditionen

Quelle: IBM S /360 Principles of Operation, bearbeitet Hans Spengler 1994 / 2000

S360ProcessorGrundk.dsf

IBM S /360, Logische Grundstruktur



ZRE dekodiert E/A Instruktionen & sendet commands zum definierten Kanal,

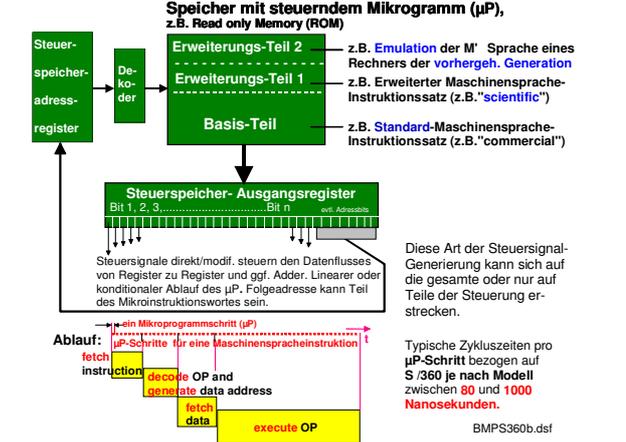
Kanal dekodiert commands & sendet orders zu CU, steuert Ablauf v. Datentransfers und/oder Tests

Steuer-einheit (CU) dekodiert orders, steuert physische Positionierungssequenzen incl. Datentransfers; ist elektrisch verbunden via "E/A Standard-Schnittstelle mit einem Kanal."

Quelle: IBM System /360 Principles of Operation, A22-6R21-2 Bearbeitet: Hans Spengler Böblingen 1994/2000

S360ELev02.dsf

S /360, Prinzip der Mikroprogrammsteuerung



Diese Art der Steuersignal-Generierung kann sich auf die gesamte oder nur auf Teile der Steuerung erstrecken.

Ablauf: ein Mikroprogrammschritt (µP) µP-Schritte für eine Maschinenspracheinstruktion

Typische Zykluszeiten pro µP-Schritt bezogen auf S/360 je nach Modell zwischen 80 und 1000 Nanosekunden.

BMP360b.dsf

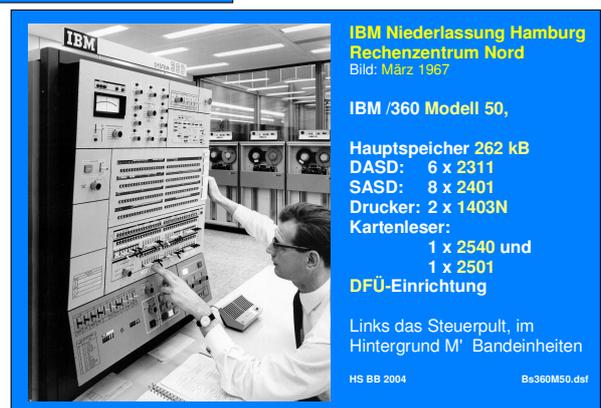
7. 10 System /360, Prozessoren-Modelle, Leistungsparameter und Bildteil 2

Ankündigungsdatum Jahr Tg Mon	Modell	Haupt- speicher		Mikroprogramm- Speicher-Typ (Read Only Memory) Zykluszeit wie Prozessor	Pro- zessor- zyklus ns	Prozessor- leistung (Million in- structions per se- cond) MIPS	
		Größe Kilobytes	Zugriffbreite Bytes				Zyklus (µs)
1964 7 Apr	30	8 - 64	1	1,5	kapazitiv	750	0,034
	40	16 - 256	2	2,5	induktiv	625	0,071
	50	32 - 512	4	2,0	kapazitiv	500	0,160
7 Nov	20	4 - 32	1	2,0	induktiv	600	0,005
	91	1.024 - 6.124	8	1,0	kein µP: verdrahtete Strg	60	5,5 *
1965 22 Apr	65	128 - 1.024	8	0,75	kapazitiv	200	0,62
	75	128 - 1.024	8	0,75	kein µP: verdrahtete Strg	195	0,78
16 Aug	44	32 - 256	4	1,0	kein µP: verdrahtete Strg	250	0,29
	67	256 - 1.024	8	0,75	kapazitiv	200	0,56
	85	512 - 4.096	8	0,96	kapazitiv	80	2,2
1968 30 Jan	25	16 - 48	1	1,8	mon.-R/W	900	0,023
1969 20 Aug	195	1.024 - 4.096	8	0,756	kein µP: verdrahtete Strg	54 \square	3,4**
1971 7 Apr	22	24 - 32	1	1,5	mon. ROM	750	0,034

\square Proz.-circuits in Monolithic-technology
 * Leistung bei T/W-Anwendungen
 ** Leistung bei kommerziellen Anwendungen

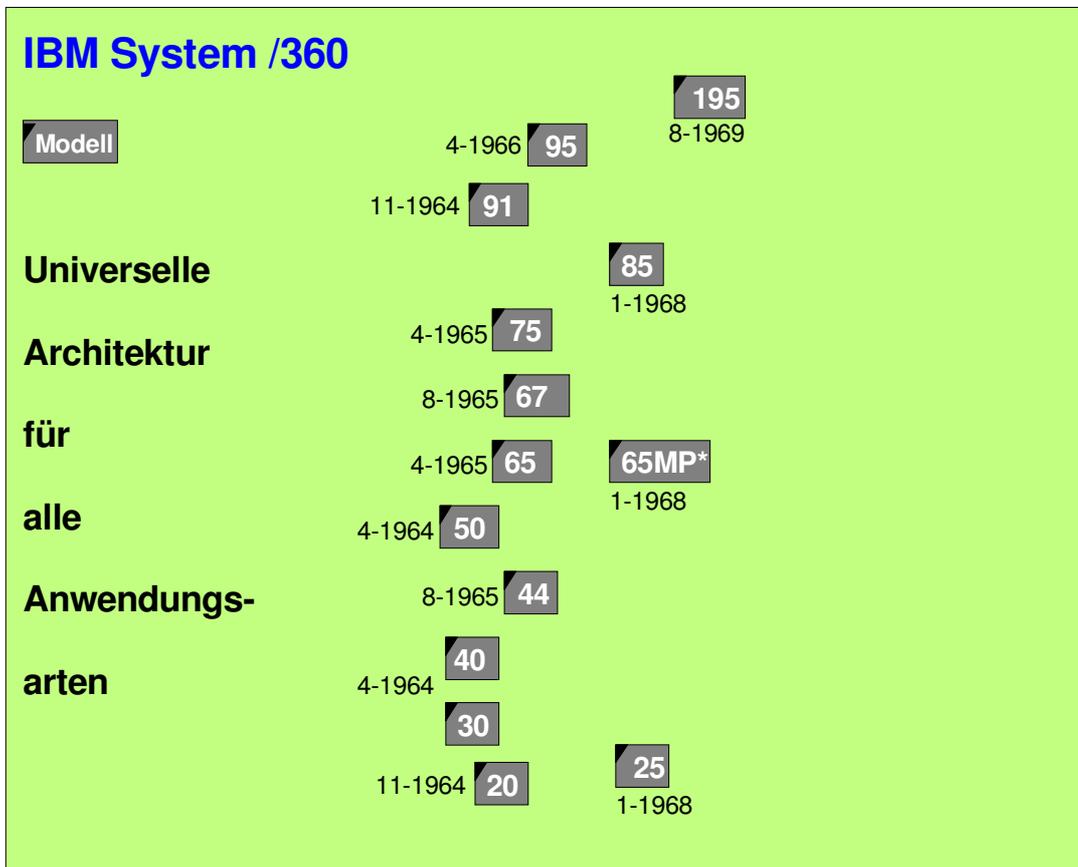
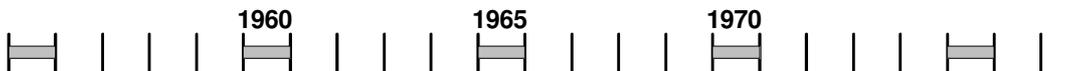


Die System /360-Modelle hatten Bedienerkonsolen mit vielen Anzeigelampen, Schaltern und Knöpfen wie ihre Vorgänger (Beispiel links Modell 30).
 Ab Modell 30 wurden **Systemnachrichten über einen seriellen Drucker (Kugelpkopftyp) ausgegeben, bzw. vom Bediener über Tastatur eingegeben.**
 Nur die Modelle 91 und 195 waren bereits mit Konsolebildschirmen ausgestattet.



7. 11 System-Charakteristiken Überblick

Architektur	S/360, universell, im "Principles of Operation" für die ganze Modellfamilie dokumentiert
Technik Logik	IBM Solid Logic Technology, Mikrotransistor
Technik Hauptspeicher	Kernspeicher in 3-Draht-Technik
Betriebssystem	PCP, MFT, MVT BPS, TOS, DOS,
Datenspeicherung und Zugriff	Lochk., Magn.band, Magnetplatte mit OS-ISAM* und BPAM*
Betriebsart	Stapelverarbeitung und Direkt-Verarbeitung
Telekommunikation	STR BTAM,QTAM, GENA, RJE BSC



Kleinere Systeme	
- Techn./Wissenschaftlich	1965 1130
- Prozeßsteuerung	1970 S /7
- Kommerziell	1969 S /3

Jahresangaben bei den Produkt-Typen/Modellen sind das *Ankündigungsjahr für den Markt.* xbsstre7.dsف

*BPAM = Basic Partitioned Access Method
OS-ISAM = Operating System Indexed Sequential Access Method

Epoche 8

System /370: Der Virtuelle Speicher sprengt Adressierungsgrenzen.

Große Anwendungen und Datenbanklösungen werden möglich.

Die Einführung des IBM System /360 erfolgte, als das Verständnis der elektronischen Datenverarbeitung und die Akzeptanz, Computer einzusetzen, sich allgemein durchgesetzt hatte. Die verlässliche Basis des System /360 und die dadurch gegebene Zukunftssicherheit lösten ein starkes Wachstum der Systeminstallationen und der Anwendungen aus. Von 1964 bis 1970, dem Zeitraum des System /360 erhöhte sich die Anzahl der in Deutschland installierten IBM Systeme fast auf das vierfache und die installierte Verarbeitungsleistung auf das mehr als 12-fache.

Die Homogenität der Systeme, vor allem aber die Verwendung gleichartiger Systeme innerhalb einzelner Branchen förderte die Entwicklung von Standardprogrammen, für branchenspezifische oder allgemeine Anwendungskonzepte. Dies führte branchenabhängig zu einer Vereinheitlichung des DV-Marktes.

Mit direktem Zugriff gespeicherte Daten, zusammen mit den beginnenden Möglichkeiten der Datenfernübertragung erlaubten die Konzipierung von Anwendungen mit Online-Verarbeitung von Geschäftsvorfällen. Die Anwendungen wurden damit in den direkten Geschäftsbetrieb einbezogen. Eine hohe Verfügbarkeit der Systeme war unabdingbare Voraussetzung für die Weiterentwicklung dieser Einsatzform

Aus diesen Entwicklungen ergaben sich neue und höhere Anforderungen an die DV-Systeme, an Verarbeitungsleistung, interne und externe Speicherfähigkeit, Datenübertragungsleistung sowie Ausfall- und Betriebssicherheit.

	Inhalt	E 8 Seite
8. 0	Einführung	1
8. 1	System /370 Modelle	2
8. 1.1	Überblick	
8. 1.2	Logik und Speichertechnologie	
8. 1.3	Virtueller Speicher	
8. 1.4	Betriebssysteme	3
8. 1.5	Multiprozessorsysteme	4
8. 1.6	Anschlußprozessorsysteme	
8. 1.7	Systemverfügbarkeit	
8. 1.8	Systembedienung	
8. 2	IBM 303x	
8. 3.1	Plattenspeicher (DASD)	5
8. 3.2	Massenspeicher	
8. 3.3	Magnetbandeinheiten	6
8. 4.	Endgeräte	
8. 5	Belegleser	7
8. 6	Drucker	8
8. 7.1	Datenfernverarbeitung incl. CICS	
8. 7.2	Branchenspezifische Kommunikationssysteme	9
8. 7.3	Universelles Informationssystem IBM 8100	
8. 8	Database / Datenbank	10
8. 9	Einsatztrends. Quellenangaben.	11
8. 10	S/370 Prozessoren-Leistungsparameter	12
8. 11	Bildseite	13
8. 12	Systemcharakteristiken im Überblick	14

8.1 System /370 Modelle

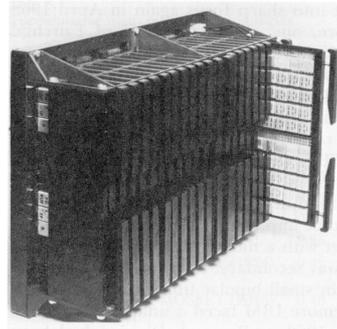
8.1.1 Überblick Das System /370 wurde entwickelt für die in der Einleitung genannten Anforderungen. Es wurde 1970 mit den Modellen 155 und 165 und noch im gleichen Jahr mit dem Modell 145 eingeführt und in den folgenden Jahren um kleinere Modelle ergänzt. Mit dem System /370 wurde eine erweiterte Architektur, die System /370 Architektur eingeführt. Es ist eine Erweiterung der /360 Architektur, die in voller Aufwärtsverträglichkeit die Ausführung bestehender Benutzerprogramme erlaubte. Dieses Prinzip der Aufwärtsverträglichkeit wurde bei allen folgenden Architektur-Erweiterungen oder -Umstellungen bis heute beibehalten.

Das System /370 enthielt mehrere funktionelle Erweiterungen, einen neuen Kanaltyp, den Blockmultiplexkanal speziell für den Betrieb von Plattenspeichern, sowie umfangreiche Einrichtungen zur Reduzierung von Systemausfällen. Beginnend mit dem Modell 145 wurde bei allen folgenden Modellen der Hauptspeicher in Halbleitertechnologie (monolithischer Speicher) ausgeführt. 1972 erfolgte die Einführung des **Virtuellen Speichers**, zuerst in den neuen Modellen 158 und 168, es war das wichtigste und das charakterisierende Element der /370 Architektur. Unter Nutzung der Möglichkeiten via Diskette ladbarer Mikrocode-Speicher wurde von nun an die Architektur -im Gegensatz zum System /360- kontinuierlich erweitert. Ab 1978 wurden zusätzlich auch Funktionen der Betriebssysteme in den Mikrocode verlagert. Funktionsumfang und Systemleistung konnten hierdurch kontinuierlich erhöht werden. Auch bereits vorhandene Modelle partizipierten durch Nachrüstungen oder mit neuen Zusatzeinrichtungen von diesen Entwicklungen. Bis 1973 wurde die Reihe der /370 Modelle komplettiert durch die Modelle 135, 125 und 115, als Ablösung der kleineren /360 Modelle. Die Modelle 115 und 125 wurden im deutschen Entwicklungslabor der IBM entwickelt. Das Modell 195 wurde 1971 auf S/370 umgestellt. In den folgenden Jahren erhielten alle Modelle noch leistungsstärkere Versionen.

8.1.2 Logik- und Speicher-Technologie. Die Systemlogik ist in Halbleitertechnologie, der IBM *Monolithic Systems Technology (MST)* ausgeführt. Dabei ist eine große Zahl Transistoren und ihre Stromkreiselemente, wie z.B. ohm'sche, kapazitive und induktive Widerstände, in einem einzigen Chip integriert. Spezifische Eigenschaften der eingesetzten Technik waren modellabhängig, z.B. waren die Logikchips von Modell 168 ungefähr 2*2 mm groß, enthielten ungefähr 25 Schaltkreise und schalteten in 8 bis 12 Nanosekunden, damit erzielte dieses Modell die Zykluszeit von 80 Nanosekunden.

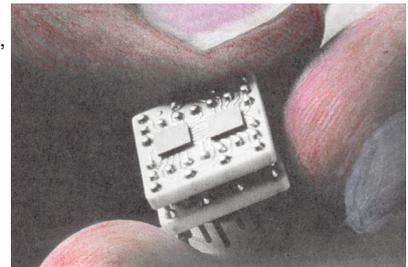
Erstmals sind Prozessorspeicher und Prozessorlogik durchgängig in monolithischen Schalt-

kreisen ausgeführt, mit positiven Auswirkungen auf die Systemverfügbarkeit, die Systemleistung und Installationsbedingungen. Der **Übergang vom Kernspeicher zum Halbleiterspeicher wurde mit dem Modell 145 vollzogen**. Bei diesem Modell wurden 128 Bit-Speicherchips in bipolarer Halbleitertechnik verwendet, die auf Speicherkarten aufgebracht waren (Abb. unten). Beginnend mit den Modellen 158 und 168 wurde die MOSFET-Technik für Speicherchips der Größe 3,8 * 4,4 mm eingesetzt, die bereits 1 und 2 KBit pro Chip speicherten.



Links ein Chassis des Modells 145 mit Steckplätzen für Speicherkarten. Die beiden hinteren Karten sind teilweise herausgezogen. Jede Karte trägt in Aluminium gekapselte Module mit je 512 Speicher-Bits.

Rechts ein geöffnetes Modul, es hat 2 Ebenen, auf jeder sind 2 Chips mit je 128 Bit in Bipolar-technik montiert. Dies ergab die oben genannten 512 Bits. Die Chipdimensionen: 1,78 x 1,78 mm, die Modul-Dimension: 12,7 x 12,7 mm.



Diese Speichertechnik bot eine höhere Zugriffsgeschwindigkeit und ermöglichte größere Hauptspeicher, mit bis zu 8 MB beim größten Modell 168. Halbleiterspeicher wurden in laufend weiterentwickelten Versionen -dichter gepackt, höhere Speicherkapazität, kürzere Zugriffszeiten- in allen zukünftigen Systemen eingesetzt und ermöglichten immer größere Realspeicher. Die Zeit der Kernspeichertechnik ist damit vorüber.

8.1.3 Virtueller Speicher. Die einheitliche Systemarchitektur des System /360 ermöglichte den problemlosen Übergang auf ein grösseres Modell. Anwendungsprogramme aber sind an eine bestimmte Speichergröße gebunden. Der häufig zu kleine Speicher, nicht nur bei kleineren Systemen, stellte jedoch weiterhin eine Hemmschwelle für die Erweiterung von Anwendungen dar. Vorhandene Anwendungsprogramme konnten zwar auf Modellen mit unterschiedlicher Leistung, aber nicht problemlos auf Systemen mit unterschiedlicher Speicherausstattung eingesetzt werden.

Das Konzept des Virtuellen Speichers bietet hierfür die grundsätzliche Lösung. Unabhängig von der tatsächlichen Größe des realen Speichers wurde

mit dem Konzept des Virtuellen Speichers ein Adressraum von 16 MB zur Verfügung gestellt. In diesem Rahmen konnten Anwendungen ohne Berücksichtigung der tatsächlichen Speichergrößen entwickelt und auf Rechnern mit unterschiedlich grossen Hauptspeichern ausgeführt werden. Während die bestimmende Triebkraft des IBM System /360 für das Anwendungswachstum die *einheitliche und stabile Architektur* war, war dies nun beim IBM System /370 die *Befreiung von den Begrenzungen durch die Größe des Hauptspeichers*.

Damit war es beispielsweise möglich, für eine ganze Branche ein umfassendes Anwendungssystem zu entwickeln, das von unterschiedlich grossen Unternehmen, auf unterschiedlich grossen Rechnermodellen funktionell in der gleichen Weise eingesetzt werden konnte. Genauso war es damit möglich, das gleiche Programm auf dem großen Rechner in der Zentrale, wie auch auf einem kleinen Rechner einer Niederlassung oder eines Werkes zu betreiben.

Adressumsetzung und Paging. Der Inhalt des -bzw. mehrerer- Virtueller Adressräume wird auf peripheren Plattenspeichern gespeichert. Nur die jeweils aktiven Bereiche der in Ausführung befindlichen Programme werden in den Hauptspeicher -den Realspeicher- geladen. Dazu werden sowohl der virtuelle wie auch der reale Speicher in 4 KB grosse Blöcke, Rahmen genannt, eingeteilt. Der Zugriff zu einer Information, die sich nicht im Realspeicher befindet, löst das Laden des Inhaltes des entsprechenden Rahmens im virtuellen Speicher aus. Falls kein freier Raum vorhanden ist, wird hierfür eine nicht mehr benötigte Seite überschrieben. Dieser gesamte Vorgang wird als Paging bezeichnet.

Da die virtuellen Adressen von Instruktionen und Daten dabei natürlich nicht mit den realen Adressen übereinstimmen, müssen für die Programmausführung die virtuellen Adressen deshalb zuerst in die realen umgesetzt werden. Dies erfolgt durch die Dynamische Adressumsetzung, sie umfasst spezielle Hardware-Einrichtungen und Softwarefunktionen. Das Paging und die Dynamische Adressumsetzung sind völlig transparent für die Anwendungsprogramme.

8.1.4 Betriebssysteme. Die seitherigen Betriebssysteme wurden erweitert um die Unterstützung des Virtuellen Speichers: Aus DOS wurde **DOS/VS** (1973), aus MFT wurde **OS/VS1** (1972), aus MVT wurde **OS/VS2** (1972) und daraus **MVS** und **SVS** (1973). **MVS** (Multiple Virtual Storage), das umfassendste Betriebssystem, stellte jedem Benutzer, d.h. jedem Programm -genau genommen jeder Task- einen eigenen virtuellen Adressraum von 16 MB zur Verfügung. Es wurde in der Folgezeit kontinuierlich weiter entwickelt bis zur derzeit aktuellen Version, dem 2001 angekündigten z/OS.

MVS wurde daraufhin angelegt, das System nach vorgegebenen Leistungszielen für die einzelnen Anwendungen zu fahren unter optimaler Auslastung aller Systemressourcen. Es kann flexibel auf die variierenden Anforderungen des Online-Betriebs reagieren, um den Servicegrad der wichtigsten Anwendungen aufrecht zu erhalten und es unterstützt die Einbindung des Systems in die Geschäftsprozesse.

Als *neues Betriebssystem* wurde 1972 **VM/370** -Virtual Machine- eingeführt, primär für den Einsatz auf mittleren und kleinen Modellen. Das Steuerungsprogramm von VM/370 simulierte mehrere virtuelle Maschinen. In jeder dieser Maschinen wurde ein separates Betriebssystem installiert. Damit konnten mehrere Betriebssysteme jeweils mit ihren zugeordneten Anwendungen parallel und völlig unabhängig, ohne gegenseitige Beeinflussung betrieben werden. Zusätzlich enthielt VM/370 ein Dialog-System, das Conversational Monitor System (CMS). Unter CMS erhielt jeder individuelle Benutzer eine eigene virtuelle Maschine, um Programmentwicklung oder Problemlösung, z.B. mit APL oder VS Basic zu betreiben.

Speicherhierarchie. Die Modelle 158 und 168 waren standardmäßig mit einem Pufferspeicher (Cache) ausgestattet, in der Größe modellabhängig 8 bis 32 KB. Dieses, bei S/360-85 erstmals eingesetzte Funktionselement gehörte ab 1972, zumindest bei größeren Systemen, zur Grundausstattung. In den Pufferspeicher wurden die für die Programmausführung direkt benötigten Instruktionen und Daten geladen. Da er im Takt der Verarbeitungseinheit arbeitete, erfolgte der Zugriff hierzu sehr viel schneller, mit einer entsprechenden Beschleunigung der Verarbeitung.

Die gesamte Programmspeicherung bildete ab dieser Zeit eine dreistufige Hierarchie. Die Gesamtheit der Programme, Instruktionen und im Programm enthaltene adressierte Datenbereiche, stehen im Virtuellen Speicher, der auf Plattenspeichern abgebildet ist, der größten, aber auch langsamsten Hierarchieebene. Die aktiven Bereiche davon werden in den Hauptspeicher, die mittlere Ebene, geladen (Paging), Instruktionen und Daten, zu denen aktuell zugegriffen wird, werden abschnittsweise in den Pufferspeicher gebracht, der kleinsten, und schnellsten Ebene in der Hierarchie. Nur wenn Informationen auf einer Ebene nicht gefunden werden, erfolgt ein Nachladen von der nächsten Ebene. Mit effektiven Verfahren für die Bereitstellung der Daten wird ein Leistungsverhalten erreicht, das dem eines Systems nahe kommt, das einerseits einen Hauptspeicher in der Größe des Virtuellen Speichers hat und andererseits der Geschwindigkeit des Pufferspeichers entspricht.

8. 1.5 Multiprozessorsysteme. Multiprozessorversionen der Modelle 158 und 168 ergänzten das Modellangebot des System /370. Ein Multiprozessorsystem des Systems /370 wurde gebildet durch den Zusammenschluss von zwei gleichen Einzelsystemen, zwei Modellen 158 oder 168. Die beiden Hauptspeicher bildeten dabei einen einheitlichen, gemeinsamen Speicher. Das Betriebssystem verwaltete alle enthaltenen Komponenten, insbesondere beide Prozessoren. Gegenüber dem Vorgängermodell S/360-65MP waren die Funktionen, insbesondere im Bereich des unterbrechungsfreien Betriebs, wesentlich erweitert. Auf der Basis dieses Designs wurden MP-Modelle Standard bei allen zukünftigen größeren IBM Systemen. Die wesentlichen Faktoren für diese Entwicklung waren:

- **Höhere Verfügbarkeit.** Zur Erhöhung der Ausfallsicherheit wurden die Systeme zunehmend mit redundanten Komponenten versehen, sodass beim Ausfall irgendeiner dieser Komponenten das System, wenn auch mit etwas verminderter Leistung, unterbrechungsfrei weiterarbeiten konnte. Bei den Uniprozessorsystemen ist aber der Prozessor selbst nur einmal vorhanden. Beim Ausfall des Prozessors war deshalb ein Systemabbruch unvermeidlich.

Bei Mehrprozessorsystemen dagegen war es, unterstützt durch zusätzliche Funktionen im Betriebssystem, beim Ausfall eines Prozessors, in den meisten Fällen möglich, die Anwendung auf dem verbleibenden Prozessor fortzuführen. MP-Systeme erfüllten damit in besonderer Weise die hohen Verfügbarkeitsanforderungen der sich immer mehr verbreitenden Online-Anwendungen.

- **Höhere Leistung.** Der Bedarf an höchster Systemleistung stieg stärker als die Zunahme der Verarbeitungsgeschwindigkeit durch die technologische Weiterentwicklung. Die Einführung der Mehrprozessor-Systeme bot die erforderliche zusätzliche Wachstumsmöglichkeit bei den höchsten Leistungsanforderungen.

8. 1.6 Anschlussprozessorsysteme. Eine Variante der MP-Systeme sind die Anschlussprozessorsysteme (AP-Systeme). Sie enthalten ebenfalls zwei gleiche Prozessoren, besitzen aber im Bereich der Kanäle keine volle Redundanz. Damit stellen sie eine wirtschaftliche Alternative für eine Leistungserhöhung dar, wenn die Verfügbarkeit eine geringere Rolle spielt. Beim IBM-System /370 gibt es mit den Modellen 158 AP und 168 AP Anschlussprozessorsysteme für die Modelle 158 und 168.

8. 1.7 Systemverfügbarkeit. Beim IBM System /370 wurden vielfältige Funktionen eingesetzt mit dem Ziel, die Verfügbarkeit zu erhöhen und die Wartung zu verbessern. Sie wurden in Hardware und in Software realisiert, und unter dem Begriff *RAS (Reliability, Availability, Serviceability)* zusammengefasst. Das RAS Konzept basierte auf der deutlich höheren Zuverlässigkeit der MST Technik und ist hierarchisch angeordnet. Auf der untersten

Ebene wurde versucht, auftretende Fehler automatisch zu beheben. Dazu gehörte die automatische Wiederholung einer Instruktion oder einer E/A-Operation und der Fehlerbehebungskode im Hauptspeicher, mit dem 1-Bit-Fehler automatisch korrigiert und 2-Bit-Fehler erkannt wurden. Wenn dies nicht erfolgreich war, versuchte das Betriebssystem den betroffenen Job abzubrechen, aber alle übrigen Aktivitäten ungestört weiter zu führen. Geling auch dies nicht, wurde ein systemunterstützter Neustart des Betriebssystems vorgenommen, bei dem situationsabhängig Anwendungen -von einem Prüfpunkt aus- wieder aufgesetzt werden konnten.

Erst wenn auch dies nicht zum Erfolg führte, musste eine Reparatur durchgeführt werden. Die Reparaturarbeiten wurden durch automatisch erfolgte Aufzeichnungen von System- und Fehlerinformationen unterstützt.

8. 1.8. Systembedienung. Ab 1972 wurde die Systembedienung durch neue Technik verbessert. Die bis dahin übliche Konsoletechnik mit vielen Schaltern, Drehknöpfen, Lampen und bei größeren Systemen Konsoleastatur und Protokollschreibmaschine, wurde abgelöst durch Tastatur mit Bildschirm. Damit konnten die komplexer gewordenen Betriebsabläufe im Zusammenwirken mit den Betriebssystemen effektiver gesteuert werden.

8. 2 IBM 303x.

1977 wurden mit der Rechnerfamilie IBM 303x Nachfolger für die Modelle 158 und 168 angekündigt. Die IBM 3033 bot fast die doppelte Leistung wie das Modell 168, die 3032 und 3031 entsprachen in etwa den Modellen 168 und 158. Als Wachstumssysteme für die kleineren Modelle des IBM System /370 erfolgte 1979 die Ankündigung der ersten Rechner der technologisch völlig neuen Systemfamilie 4300 (siehe Epoche 9). Sowohl IBM 303x als auch IBM 4300 basierten unverändert auf der System /370 Architektur.

Die IBM 3033 gewann die höhere Leistung aus einer kürzeren Schaltzeit, die durch die Weiterentwicklung der Technologie ermöglicht wurde und durch ein komplexeres Design mit einer höheren Parallelität in der Instruktionbearbeitung. Dies führte zusätzlich zu erheblich verbesserten Installationsbedingungen. Für den Speicher wurde ein 64 KBit-Chip verwandt, das beim Uniprozessor Speichergrößen bis zu 16 MB und später sogar 24 MB erlaubte. 1978 wurden für die IBM 3033 noch ein Multiprozessorsystem, sowie Anschlußprozessorsysteme für IBM 3033 und 3031 angekündigt.

Die unterschiedliche Systemleistung der verschiedenen Modelle einer Systemreihe wurde bis dahin durch unterschiedliche Komplexität des Designs, sowie eine darauf abgestimmte Technologie erreicht. Dies führte fast ausnahmslos dazu, dass alle Modelle sich in Design und Technologie unterschieden.

Mit der Einführung der kleineren Modelle **N** und **S** der IBM 3033 in 1979 bzw. 1980 wurde ein modulares Konzept eingeführt, bei dem unterschiedliche Systemmodelle auf *einem Grundmodell* mit gleichem Systemaufbau, Technologie und Design basierten.

Diese Vorgehensweise bot mehrere Vorteile. Der Entwicklungsaufwand für eine Systemserie konnte dadurch reduziert werden, mit positiven Auswirkungen auf die Preisgestaltung. Die Leistungsabstufung einer Systemreihe konnte flexibler gestaltet werden, zusätzliche Modelle konnten bei Bedarf schnell eingeführt werden, die Wartung wurde vereinheitlicht. Kleinere Modelle konnten im Feld mit relativ geringem Aufwand in eine leistungsstärkere Version umgebaut werden. Damit wurde ein Systemwachstum, eventuell sogar über mehrere Stufen, ohne Systemwechsel ermöglicht. Nach dem Übergang vom Miet- auf den Kaufmarkt in 1969 war das die konsequente Antwort auf den Wunsch der Anwender nach längerfristigem Schutz ihrer Investition in die Systeme. Dieses neue Konzept wurde bei den künftigen Systemen in erweiterter Form konsequent fortgesetzt.

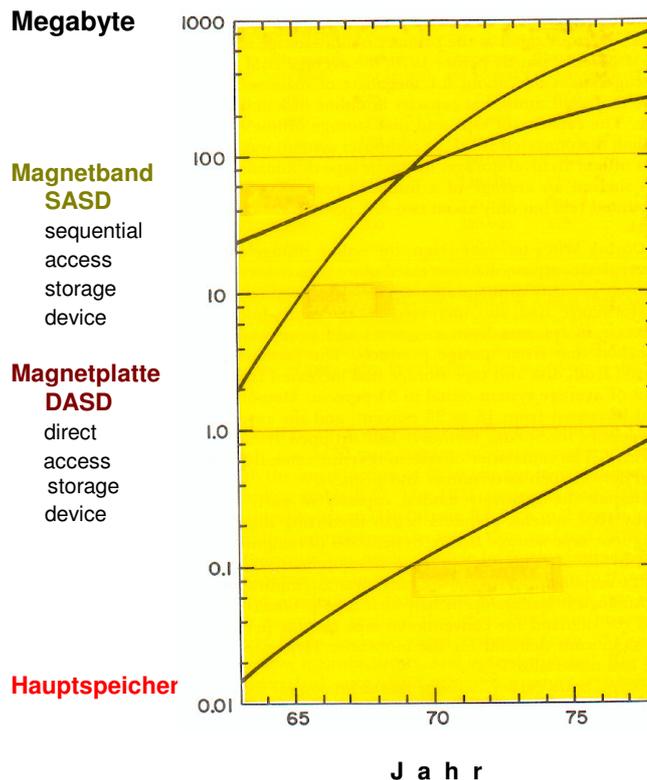
8.3.1 Plattenspeicher (DASD). Der Übergang von der Batch- zur Online-Verarbeitung bedeutet gleichzeitig die fast ausschließliche Speicherung der Daten auf Direktzugriffsspeichern. Das Magnetband dient nur noch der Datensicherung und Archivierung. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Speichervolumen und Zugriffszeiten.

Das bestimmende Plattenspeichersystem beim System /360 war im Großsystembereich die 2314 mit 8 Laufwerken à 29 MB= 233,4 MB Speicherkapazität. Die *Nachfolgeprodukte* sind in 1970 IBM **3330** mit 8 Laufwerken à 100 MB= 800 MB und in 1976 kommt **3350** mit 2 fest montierten Laufwerken à 317,5 MB= 635 MB dazu; 4 Einheiten am Strang brachten 2,54 GB Speicherkapazität.

Gleichzeitig wurden die Zugriffszeiten auf die Hälfte reduziert, die Übertragungsraten vervierfacht und die Kosten für die Speicherung auf 1/10 reduziert.

Mit der Einrichtung „Datastreaming“ in den Blockmultiplexkanälen -ab 303x- sind jetzt Übertragungsraten bis 3 MB/s und Kabellängen bis 122 m möglich.

Die folgende Graphik illustriert den Wandel von installierten Online-Speicherkapazitäten bei Hauptspeichern, Magnetbandspeichern und Direktzugriffsspeichern (DASD) im *15 Jahre-Zeitbereich* von 1963 bis 1978. Die logarithmische Darstellung zeigt sowohl das ungefähre 1:1000 Verhältnis von Hauptspeicher-Kapazität zu peripheren Speicherkapazitäten als auch den etwa 100-fachen Anstieg der Speicherkapazitäten. Die Graphik zeigt indirekt, daß 1963/64 nicht davon ausgegangen werden konnte, jedes System habe per se DASD-Kapazität.



8.3.2. Massenspeicher. Anfang der 1960er konnten Online-Anwendungen mit sehr großen Datenvolumen mit DASD's nur unter großem Stellplatzaufwand und relativ hohen Kosten realisiert werden. Dies führte zur Entwicklung eines weiteren Speichertyps für große Speichervolumen mit etwas längerer, jedoch im Bereich von etwa 0,2- 0,6 s liegender Zugriffszeit. Diese Massenspeichereinheit wurde 1964 angekündigt als

Magnetstreifenspeicher 2321. Eine Einheit bot *400 MB Online-Speicherkapazität*. Als Speichermedium dienten *Magnetbandstreifen* mit der Dimension $2\frac{1}{4} \times 13$ ", davon je 10 „gebündelt“ in einer Sub-Zelle. 20 Sub-Zellen waren in einer sektorförmigen, manuell auswechselbaren Zelle untergebracht. Zehn sektorförmige Zellen bildeten kreisrund angeordnet eine *Zellarray*. *Adressiert* wurde die *Zelle*, die *Subzelle*, der *Magnetbandstreifen* und auf diesem *eine* der 100 *Datenspuren*. Die Verbreitung von 2321 war begrenzt, der Wartungsaufwand wegen der aufwändigen Positionierung der Magnetstreifen nicht unbeträchtlich.

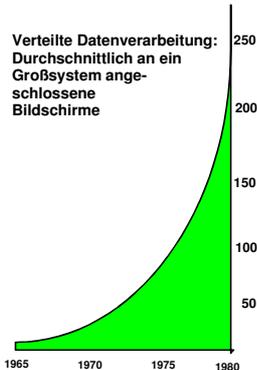
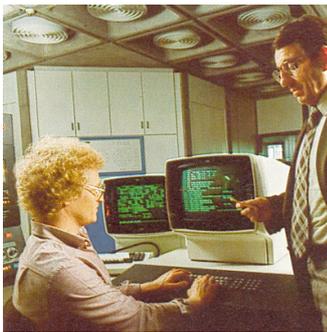
Der grundsätzliche Gedanke jedoch, für große Datenvolumen mit geeigneten Zugriffszeiten eine günstige Speicherart bereitzustellen, wurde weiterverfolgt mit einem weniger aufwändigen Positionierungsmechanismus und mit *2,7" Magnetband* von 19,5 m Länge, untergebracht in einer Patrone. Eine Patrone speicherte 50 MB. Das Ergebnis war der 1975 angekündigte Massenspeicher **IBM 3850** mit 706 Patronen= **35,3 GB** Speicherkapazität im kleinsten Modell. Es gab 8 Modelle, das größte mit 4720 Patronen und **166,616 GB** Speicherkapazität.

8.3.3 Magnetbandeinheiten. Die neue Einheit **3420-7** (1971) erhöhte die Datenrate auf 320 kB/s und **3420-8** (1973) brachte die Aufzeichnungsdichte auf 6.250 Zeichen/Zoll, die Datenrate stieg auf 1,25MB/s. Neu war auch die nun mikroprogrammkontrollierte Steuereinheit 3803 mit integrierter Umschaltung von Bandeinheiten und Kanälen. Mittlere Systeme konnten ab 1971 die neuen, preisgünstigeren Magnetbandlaufwerke **3410/3411** in 3 Modellen mit 20, 40 oder 80 KB/s Datenrate nutzen.

8.4.1 Endgeräte. Die Gerätepalette von S/360 musste für den S/370 Online-Betrieb erweitert werden, denn insbesondere das up-to-date halten von Dateien erforderte zusätzliche, schnelle „Sichtausgabe“, gekoppelt mit einer Tastatur.

Das **Datenanzeigesystem IBM 3270** wurde 1971 angekündigt. Es bestand aus Tastatur, Sichtgerät 3277 und seriellem Zeichendrucker. 3270 Modell 1 konnte 480 Zeichen auf 12 Zeilen, Modell 2 konnte 1920 Zeichen auf 24 Zeilen auf einem monochromen Bildschirm anzeigen. Dies entsprach 121.000 darstellbaren Bildpunkten. Ein Lichtgriffel ermöglichte die punktuelle Reaktion der Bedienung auf der Bildschirmoberfläche und löste damit programmierbare Funktionen aus. 3270 konnte sowohl direkt am zentralen Rechner als auch via DFÜ angeschlossen werden. Die Steuereinheit 3271 besorgte den DFÜ-Betrieb, 3272 den lokalen Betrieb am zentralen Rechner, beide Modelle waren gepuffert. 3270 arbeitete mit dem BSC-Protokoll und einer Datenrate von 7.200 bps.

3270 im Einsatz



Datenerfassungssystem 3740. Zu Beginn der 1970er Jahre wurden noch immer Lochkarten für diverse Eingabezwecke genutzt. Doch die von IBM für den Mikroprogramm-Update und Versand entwickelte 8 Zoll-Diskette wurde weiterentwickelt, und im 1973 angekündigten Datenerfassungssystem 3740 als Speichermedium eingesetzt. Die wiederholt beschreibbare Diskette speicherte das Äquivalent von etwa 3000 Lochkarten mit 80 Spalten, sie konnte leicht an die DV-Zentrale gesandt oder z.B. über die Leseinheit 3540 direkt in das /370 System eingelesen werden. Die Tastatureingabe war gepuffert, wurde von der Bedien-

ung mittels 3-Zeilenbildschirm überwacht und konnte auch im Prüf-Modus betrieben werden. Bis zu 19 verschiedene Datenformate konnten bearbeitet werden. Ein weiteres Modell bestand aus einer Doppeleinheit für zwei Bediener, konzipiert für zentrale Datenerfassung (Bild unten). Das 3740-System war in den 1970er Jahren bei vielen Stapelverarbeitungsanwendungen eingesetzt, deren periodische Abrechnung keine direkte Dateneingabe erforderte.

Im Bild links und rechts oben:
je eine Doppeleinheit
IBM 3742

Links Mitte:
der Drucker
IBM 3713

Rechts unten
eine Einheit
IBM 3741



Das Datenanzeigesystem 3270 wurde 1979 erweitert um das erste Farbdatensichtgerät **3279** mit 14" Bildschirmdiagonale und 7 Farben. Damit konnte das Bildschirmlayout nach Informationstypen angelegt werden, z.B. nach Überschriften, Feldbezeichnungen, Feldinhalten, Hinweisen, Fehlermeldungen usw., denen jeweils eine Farbe zugeordnet wurde. Damit wurde der Überblick verbessert, die Zahl der Sehfehler verkleinert und damit die Arbeit am Bildschirm erleichtert und verbessert. Die Steuereinheit 3274 mit Mikroprogrammsteuerung in Modellvarianten „lokal“ oder „entfernt“ verbanden das Farbdatensichtgerät mit einem Rechnersystem.



8.5 Belegleser. In sehr großer Zahl anfallende Schecks, Belege, Anforderungsformulare und Ähnliche, erforderten die Weiterentwicklung - der schon in Epoche 6 eingeführten - Zeichenerkennung, insbesondere der Optischen. Dabei wurden Quellenbelege automatisch, direkt in das EDV-System eingelesen. Übertragungsfehler in die Tastaturen von Kartenlochern/Eingabegeräten entfielen dadurch und entlasteten die manuelle Dateneingabe. Verarbeitungskosten und Systemdurchlaufzeiten wurden günstig beeinflusst.

Diese Anliegen führten zu einer Reihe neuer Produkte, bei denen erstmals konturengeführte Zeichenabtastung mittels Kathodenstrahlröhre und Erkennungslogik angewandt wurde. Für die Epochen 7 und 8 sind diese Geräte unten aufgelistet und in Kurzform dargestellt.

Die in den U.S.A. häufiger genutzten Magnetschriftleser zählten ebenfalls zur Kategorie der Belegleser, fanden jedoch in Deutschland weniger Anklang wegen des aufwendigeren Druckverfahrenes und der teils nur bedingten direkten Lesbarkeit.

Jahr	Type	Belegleser-Charakteristik
1964	1285	Optischer Streifenleser für Klarschrift auf Journal- und Kassenstreifen mit dem Zeichensatz „Ziffern 0 bis 9 und Buchstaben C, N, S, T, X, Z sowie einem Sonderzeichen). Lesegeschwindigkeit um die 50 Zeilen/Sek.
1966	1287	Optischer Mehrfunktions-Belegleser für Belege und Streifen mit numerischem Zeichensatz in mehreren Schriftarten. Leistung abhängig von Belegformat, Anzahl der Zeichen- und Datenfelder und Schriftart; bei 3“ Beleglänge und 10 maschinengeschriebenen Ziffern in einem Feld lag sie bei 40.000 Belegen in der Stunde. Max. waren 96.000 B/h möglich.
1967	1288	Optischer Belegleser mit alphanumerischem Zeichensatz. Eine Zufuhrstation, Lesestation und 2 Ablagefächer. Die Leseleistung folgt den bei 1287 genannten Parametern.
1970	1275	Optischer Belegleser/Sortierer für den Zahlungsverkehr: Schecks, Überweisungen, Lastschriften, Zahlkarten, etc. Liest max. 96.000 Belege/Stunde, pro Durchlauf wurde eine Zeile <i>numerischer</i> OCR-A / OCR-B - Zeichen gelesen. 13 Ablagefächer.
1971	1270	wie 1275, jedoch 45.000 Belege/Stunde mit 6 Ablagefächern.
1972	1287-5	Wie oben, jedoch mit Handschriftleseeinrichtung und OCR-A und OCR-B Zeichensatz.
	3886	Optischer Belegleser für Belege von 7,8x7,8 bis 22,8 x 22,8 cm Größe, liest OCR-A und OCR-B numerisch und handgeschriebene Ziffern. Die Lesegeschwindigkeit liegt zwischen 4,4 und 94 Belegen/min, abhängig von Belegstruktur, Zahl und Länge der Zeilen, Schriftart und Zeichendichte. 2 Ablagefächer
	3881	Optischer Markierungsleser für Belege von von 7,8 x 7,8 cm bis 27,9 x 21,6 cm Größe, Lesegeschwindigkeit zwischen 100 und 66 Belegen/min. je nach Beleg-Größe und Struktur. 2 Ablagefächer.
1973	3890	Magnetschriftleser-Sortierer , 2.400 Belege/min., Format variabel, 36 Sortierfächer.



Der optische Beleg- und Streifenleser IBM 1287

Jedes zu lesende Zeichen wurde erkannt in einer Matrix. Jeder Matrixpunkt wurde auf seinen Schwärzungsgrad gemessen, der Inhalt -eine binäre 0 oder 1- in ein Schieberegister mit Erkennungslogik gestellt und dessen Ausgang als Ziffer/ Buchstabe dem angeschlossenen Rechner zur Speicherung und weiteren Verarbeitung zugeführt.

Bild unten: Belegzettel für den Nachweis von Arbeitszeit und Reisekosten von 1975, gelesen mit dem optischen Belegleser IBM 1288.

Die handschriftlichen Einträge in Zeilen und Spalten wurden nacheinander Zeichen für Zeichen in einer Zeile abgetastet, erkannt und im Hauptspeicher des Rechners gespeichert. Dieser Vorgang wiederholte sich bis zum letzten Zeichen der letzten Zeile des Belegs. Danach fand die weitere Verarbeitung des Belegs statt.

8.6 Drucker. Der neue Drucker **3211** (1970) erhöhte die Druckgeschwindigkeit auf 2000 Zeilen/min. -mit einem Satz von 48 Zeichen- durch eine Reihe von Innovationen: a) Druckhämmer, die die vorbeilaufenden Typen jeweils extrem kurzzeitig und mit hoher Energie anschlugen und damit hohe Schriftqualität bei hoher Zuverlässigkeit erzielten; b) die Druckstellendichte betrug nun 10 Zeichen/Zoll; c) nur ein eigens entwickelter Hochleistungs-gleichstrommotor wurde den gestiegenen Anforderungen an den Formulartransport von Zeile zu Zeile gerecht; d) die Formularsteuerung per Lochband musste aufgegeben und ersetzt werden durch einen Formularspeicher. Die Pufferung der pro Zeile zu druckender Daten besorgte ein Zeilenpuffer mit 54 kB, beide Pufferspeicherarten waren Teil der Steuereinheit 3811.

Anfang der 1970er Jahre wurden neue Anforderungen an Hochleistungsdrucker für EDV Systeme formuliert. Das vom Bürokopierer her bekannte elektrophotographische Verfahren bildete die Grundlage für die Entwicklung einer Laser-Belichtungsstation mit hoher Auflösung und hoher betrieblicher Zuverlässigkeit. Dazu kam das Novum einer Formular-Maskenbelichtungsstation, die es ermöglichte, unbedrucktes Endlospapier einzusetzen, weil der Drucker das der Anwendung jeweils zugeordnete Formular en passant mitdrucken konnte.

Das Ergebnis obiger Entwicklung war das **Drucksubsystem IBM 3800**, angekündigt 1976. Es war erstmals für Seitendruck ausgelegt und bot eine Fülle fortgeschrittener Einrichtungen: Die Adressierbarkeit aller 240 x 240 Bildpunkte pro Quadrat Zoll (all pixels addressable) ermöglichten unterschiedliche Schriftarten und Schriftgrößen, Papierformate und Papiergewichte, 90° Druck etc. Es übertraf mit max. 215 Seiten pro Minute Druckgeschwindigkeit alle vorhergehenden IBM Drucker. Das Bild unten zeigt das 3800 Drucksubsystem.

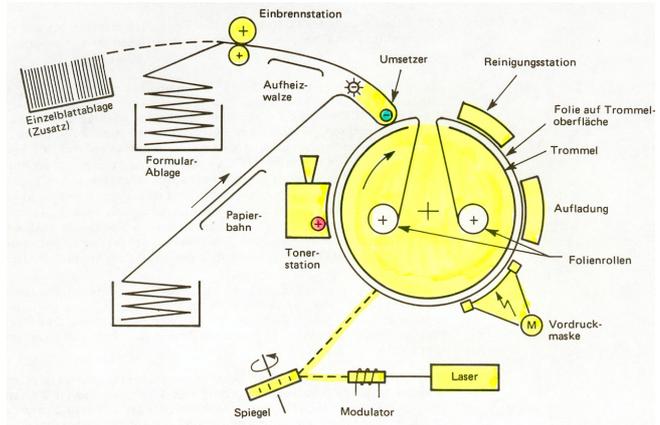
Elektrophotographische
Verarbeitung Steuereinheit



Papiertransport

Die Geräteabmessungen: 3,6 m lang, 0,8 m tief und 1,5 m hoch. Gewicht 1136 kg. Diese Daten sollen lediglich eine Vorstellung von der Größenordnung des Drucksubsystems geben.

Die folgende schematische Darstellung gibt einen Einblick in den Drucker Kernbereich mit den wichtigsten Komponenten.



Die Software-Unterstützung für je MVS, VM und VSE besorgte eine Reihe von Programmpaketen, deren Teile das Fontmanagement, Seitenmanagement und Seiten-Segment-Management steuerten. Daneben gab es Pakete für die Einbindung von Bildern, Graphiken und Zeichnungen..

8.7.1 Datenfernverarbeitung inkl. CICS. Zur Ausweitung der Anwendungskonzepte war es erforderlich, die Abläufe in entfernten Stellen, Werken, Niederlassungen, usw. einzubeziehen. Deren Mitarbeiter benötigten für die Nutzung der DV am Arbeitsplatz direkten Zugang zu Anwendungsprogrammen und Daten der Zentrale. Dies führte zu starker Zunahme der Datenfernverarbeitung (DFV).

Die DFV Steuereinheiten **IBM 3705/3704**, angekündigt 1972 bzw. 1973, erweiterten die Möglichkeiten für den Aufbau eines DFV-Netzes. Sie enthielten jetzt auch Funktionen zur Überwachung der Leitungen, damit wurde der Rechner entlastet. Mit dem neuen Übertragungsprotokoll Synchronous Data Link Control (**SDLC**) von 1974, mit einem einheitlichen Konzept für den Geräteanschluß und den Prozeduren der System Network Architecture (**SNA**, ebenfalls 1974) und generellen Zugriffsmethoden wie Telecommunications Access Method (TCAM) und Virtual Telecommunications Access Method (VTAM) wird die Programmierung der Datenfernverarbeitung standardisiert und damit die Einbindung von Datenfernverarbeitung in Anwendungskonzepte vereinfacht. Mit SDLC wurde die Übertragungsrates auf 56 kBit/s angehoben.

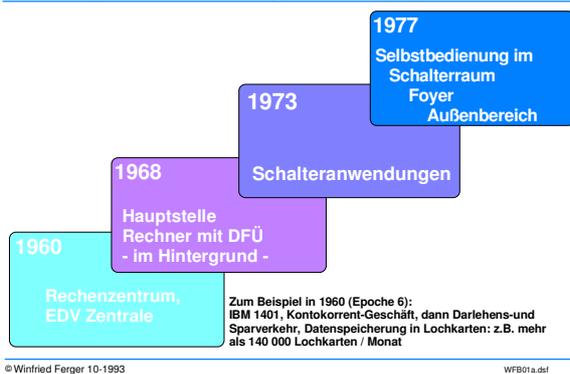
Das Programmprodukt **Customer Information Control System (CICS)** wurde 1969 als Bindeglied zwischen DFV-Terminals und Online-Anwendungsprogrammen eingeführt, um Anwendungsprogrammdateien vieler Anwendungsbereiche im Multitasking-Modus über Datenfernverarbeitungseinrichtungen mit Terminals zugreifbar zu machen. CICS erschien zunächst je für OS und DOS, es wurde laufend weiterentwickelt für die jeweils aktuellen Betriebssysteme, es war und ist „das Transaktionssystem“.



8. 7.2 Mit **branchenspezifischen Kommunikations-Subsystemen** wurde die Dezentralisierung, das „an den Punkt des Geschehens rücken“, noch weiter gefördert. Mit den Systemen IBM 3600 (1973) für Kreditinstitute, IBM 3650 für Kaufhäuser, IBM 3630 für die Fertigungsindustrie und dem Supermarkt-Scan-System IBM 3660 konnten Verarbeitungsfunktionen bereits dezentral abgewickelt werden, womit der zentrale Rechner (Host) entlastet und zu übertragende Datenvolumen reduziert wurden. Alle genannten Kommunikationssysteme basierten auf einer Serie neuer Mikroprozessoren, die den Kern programmierbarer DFV-Steuereinheiten bildeten und zusammen mit den lokal angeschlossenen Komponenten eigenständig arbeiteten. Geschäftsvorfälle konnten sowohl Online als auch Offline bearbeitet werden, weil im Offline-Betrieb Daten lokal auf Festplatte/Diskette gespeichert und später vom Host abgerufen wurden.

Im Bereich Kreditinstitute führte die 3600 zur Kundenselbstbedienung in Schalterräumen, Foyers, bis hin zum Aussenbereich (siehe Schema).

Entwicklung der Banken Anwendungen mit IBM EDV Systemen



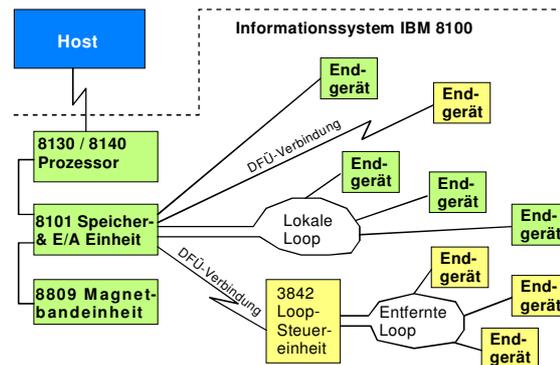
8. 7.3 Der bei branchenorientierten Kommunikationssystemen eingeschlagene Weg führte weiter zum **branchenunabhängigen Informationssystem IBM 8100** für universellen Einsatz, angekündigt in 1978. Es konnte autonom arbeiten und ebenso als Teil einer Hierarchie miteinander verbundener Rechner, dies konnten andere IBM oder Mitbewerbersysteme sein, d.h. 8100 konnte als Satellit eines zentralen IBM S/370 Host Systems oder als gleichberechtigtes System mit anderen 8100 oder als Einzelcomputer arbeiten.

Die Systemfamilie 8100 umfasste bei der Ankündigung in 10/1978 den Prozessor 8130 mit 8 Modellen und 8140 mit 12 Modellen. Die Hauptspeichergröße reichte von 128 KB bis 512 KB. Die Speicher- und E/A-Einheit 8101 bot Plattenspeicherkapazität von 23 bis 64 MB. Alle Modelle hatten zusätzlich ein 1 MB Diskettenlaufwerk; Magnetbandeinheit 8909 und Bildschirmereinheit mit Tastatur 8775.

Dem Datenfernverarbeitungsteil des Systems 8100 lag die System Network Architecture (SNA) zugrunde. Sie bot die Voraussetzung für den klar strukturierten Ansatz der Verteilten Daten-

verarbeitung (Distributed Data Processing, DDP), um einerseits zentrale Datenbanken voll zu nutzen und andererseits Aufgaben vor Ort effektiver zu erfüllen mittels individuell zugeschnittener Anwendungslösungen.

Anschließbar waren unterschiedlich spezialisierte Banken- und Industrie-Terminals und Geräte für den interaktiven, kommunikationsorientierten Betrieb. Die folgende Abbildung skizziert eine prinzipielle Konfiguration.



Die Systemsteuerung oblag den Lizenzprogrammen **DPPX** (Distributed Processing Programming Executive) oder dem **DPCX** (Distributed Processing Control Executive). Darüber hinaus waren eine Reihe von Serviceprogrammen für den lokalen Betrieb und den Netz-Betrieb des Systems verfügbar.

IBM 8140 Prozessor



IBM 8101 Speicher- und E/A-Einheit



Unter den Nutzern des Systems 8100 waren Kunden wie z.B. die Angestelltenkrankenkasse Hamburg (AKK), der AOK Landesverband Baden-Württemberg Stuttgart, die Barmer Ersatzkasse (BEK) und viele andere. Bereits 1980 waren um die 270 Systeme installiert, jährliche Steigerungsraten brachten bis Ende 1984 die Zahl auf 1.150 installierte Systeme in Deutschland.

Steigende Anforderungen an Leistung und Speicherkapazität führten zu weiterem Systemausbau. In 1979 wurde die Speicherkapazität auf 1 MB, in 1981 auf 2 MB erhöht. Beide Prozessor-Modelle leisteten je 0,4 MIPS.

8.8 Database / Datenbank

Mitte der 1960 Jahre tauchte erstmals der Begriff *Database* im DV Schrifttum auf. Gemeint war eine *zentral gewartete Datenbank*, die von autorisierten Endbenutzern inhaltlich geändert und ebenso abgefragt werden sollte im Time-Sharing-Betrieb eines Computersystems. Seit dieser Zeit definiert der Begriff Datenbasis ***einen Datenbestand***, der ***konsolidierten Datenanforderungen mehrerer individueller Anwendungen*** gerecht wird.

Welche Ziele wurden damit angestrebt?

Den Umfang an *Redundanz* gespeicherter Daten zu *reduzieren*, durch *Inkonsistenz* gespeicherter Daten auftretende Probleme erheblich zu *reduzieren*, die gespeicherten Daten *von allen Anwendern gemeinsam* zu nutzen, Standards zu verbessern, Sicherheitsrestriktionen auch wirklich anzuwenden, Datenintegrität zu pflegen und konfliktierende Anforderungen zu balancieren. Jeder Benutzer hat nur Zugriff auf die *ihm zustehenden Daten*. IBM war an diesen Entwicklung seit den 1960er Jahren beteiligt, sowohl konzeptionell als auch mit Software- und Hardware-Produkten.

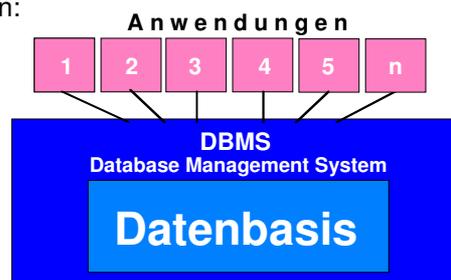
Die ersten kommerziellen Database Managementsysteme (DBMS) der IBM benutzten zur Speicherung größerer Datenmengen noch Magnetbänder, weil der Preis pro gespeichertem Byte bei Plattenspeichern zu dieser Zeit noch sehr hoch war. Durch die schnelle Weiterentwicklung der Direktzugriffsspeicher (DASD) zur kostengünstigeren Speicherung großer Datenvolumen konnten die Database Managementsysteme ihre volle Leistungsbandbreite erzielen. Nun konnten immer größere Datenvolumen nicht nur gespeichert, sondern deren einzelne Elemente auch schnell wieder aufgefunden und den Endbenutzern zur Bearbeitung zur Verfügung gestellt werden. Die Zeit der Nur-Batch Anwendungen war damit zu Ende. Moderne DBMS erlauben Online- und Batchverarbeitung gleichzeitig. Nun konnten Anwendungen entwickelt werden, die vielen Benutzern den parallelen Zugriff auf die Datenbestände gestatteten.

Konnte bisher die ordnungsgemäße Bearbeitung der Daten durch wohldurchdachte Ablaufpläne der Batchprogramme sichergestellt werden, musste nun der wahlfreie Zugriff von vielen Online-Benutzern geregelt werden. Das konnten nur die Computer selbst leisten, die auch immer leistungsfähiger geworden waren. Nun konnte man Programme entwickeln, die nach der Erfassung und Bearbeitung der Daten, diese *nicht direkt* auf die Massenspeicher schrieben, sondern sie an ein Database Management System übergaben, das dann die Daten prüfte und an die richtige Stelle speicherte.

Bei der Entwicklung der Database Managementsysteme erkannte man sehr schnell, dass die Datenbestände aus der Batch-Zeit nicht geeignet waren für eine automatisierte Prüfung der

Gültigkeit der gespeicherten Daten, denn diese enthielten beispielsweise häufig *redundante Daten durch die Vielfalt unabhängiger Programme und / oder unterschiedliche Bezeichnung gleicher Datenfelder*. Zur Lösung dieser Probleme wurden Database Design Methoden entwickelt, z.B. *Konzeptuelles Database Design, Relationen Modell* oder *Normalisierung*. Die Umstellung riesiger Datenbestände in redundanzfreie und integrale Datenbanken konnte damit erfolgreich bewältigt werden.

Eine Datenbasis auf der Grundlage eines Datenbank Management System (DBMS) sind das Fundament für leistungsfähige, fehlerarme IT-Anwendungen:



Die in diesem Kontext entstandenen IBM Produkte sind in zwei geteilten Übersichten aufgeführt:

Hierarchisch:

- 1964 **BOMP** Bill of Material Processor: Erste Anfänge in Richtung hierarchische Datenbank im Kontext dieses Anwendungsprogramm-Paketes.
- 1966 **GIS** General Information System: Softwaresystem für Datei-Definition, Datei-Wartung und Verarbeitung sequenzieller und index-sequentieller OS-Dateien.
- 1968 **S/360 DBOMP** (weiterentwickelte Version von BOMP): **D**atabase **O**rganization and **M**aintenance Processor. Hierarchische Struktur mit Stammdateien und geketteten Dateien. Verkettete bis zu 4 Datenbestände über wahlweise vom Programm generierte Adreßverbindungen.
- 1969 **S/360 IMS/DB** und **IMS/DC**. IMS= Information Management System. Ein großes Programmpaket für a) Aufbau, Betrieb und Wartung einer Datenbank (**DB**); b) Datenkommunikationssteuerprogramme (**DC**) sowie Sicherheitseinrichtungen; c) An Stelle einer Datenbank kann auch **DL/1** eingesetzt werden, dies sind vorgefertigte Programmelemente für die Speicherung und Organisation von Daten.
- 1972 **IMS/VS**. Information Management System / VS
- 1986 **IMS Fast Path**
 - Ende '86: mehr als **6000 IMS** Installationen weltweit bei Banken, Produktion, Verkehr, Versicherungen und anderen Benutzern.

Relational:

- 1970 **Type R** (Prototyp) einer Relationalen Datenbank von Dr. E.F. Codd
- SQL** Datenbank-Abfragesprache, entwickelt durch IBM R & D Santa Teresa, California (Structured Query Language).
- 1981 **SQL/DS** Relationales Datenbank System für strukturierte Abfrage unter **VM / CMS**.
- 1983 **DB2** Relationales Datenbanksystem unter **MVS**
- 1984 **DB2** mit Abfrage-Management und Daten Extraktion
- 1988 Ende '88: weltweit mehr als **3500 DB2** in Betrieb.
- 1997 **DB2 UDB** Universal Data Base.

8.9 Einsatztrends. In den 70er Jahren setzte sich der Übergang zur Direktverarbeitung, der bereits auf /360 Systemen begonnen hatte, in großem Umfang durch. Voraussetzung hierfür war die größere Kapazität der Plattenspeicher, die den Aufbau umfassender Datenbanken (Databases) erlaubten und das Angebot günstiger Endgeräte für den direkten Datenzugriff, die zum Standard eines Büroarbeitsplatzes wurden.

Mit den Datenbanken kamen folgende neue Eigenschaften zum Zuge: Verwaltung größerer Datenmengen, Parallelität (Mehrbenutzer-Zugriff), Restart/Recovery (hohe Verfügbarkeit), Online-Verarbeitung (schneller Direktzugriff durch viele Benutzer) und nicht zuletzt Security-Einrichtungen.

Datenbank- und Transaktionsverarbeitungssysteme wie IMS und CICS ermöglichten den schnellen Zugriff auf Kontendaten von Kunden, Lagerbestände von Produkten und damit eine unmittelbare Auskunftsbereitschaft mit einer drastischen Produktivitätssteigerung. Der Übergang zur Online-Verarbeitung wird ein wesentlicher Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens.

Die Batch-Verarbeitung bleibt weiterhin von großer Bedeutung, da periodische Prozesse wie Gehaltsabrechnungen, Kundenmitteilungen wie z.B. monatliche Kontoauszüge, Jahresabschlüsse und Anwendungen der Entscheidungsunterstützung (Decision Support und Reporting) auf diese Weise bearbeitet werden mußten. Wichtig war hier auch die Möglichkeit, Online-Verarbeitung und Batch-Verarbeitung bei Bedarf parallel zueinander betreiben zu können, auch wenn Batch-Läufe bei Bedarf primär während der Nacht durchgeführt wurden.

Die 1970er Jahre waren bestimmt durch die Bemühungen, herstellerseitig die Produkte und Technologien stetig zu verbessern und anwenderseitig, diese mit entsprechenden wettbewerbsfördernden Anwendungen zum aktiven Einsatz zu bringen. Wichtige technologische Basis hierfür bildete die Bereitstellung von leistungsstarken Mehrprozessor-Computern und entsprechenden Betriebssystemen (MVS), als Basis für mehr Parallelität und damit Verarbeitungsleistung vor allem für die Online-Anwendungen.

Transaktionsraten begannen damals mit 5-10 Transaktionen pro Sekunde und erreichten in den 1990er Jahren mehr als 1000 pro Sekunde, z.B. unter IMS Fast Path.

Quellenangaben.

IBM Schrifttum aus dieser Epoche (Altarchiv):

- IBM Geschäftsberichte
- IBM Marketinginformationen
- IBM System/370 System Summary Processors Form GA 22-7001-18, Jan. 1987
- IBM System /370, Überblick über das System/370, Form GA 12-1040-5
- IBM R & D Journals
- IBM Systems Journals
- IBM Nachrichten
- IBM Report

Liste der Bilder i.d. Abfolge der Textspalten:

- | | |
|---|------------------------------|
| - Modell 145, MST Speicherkarten-Panel | IBM Altarchiv |
| - Modell 145, MST Speichermodul geöffnet | desgl. |
| - Speicherkapazität-Trend 1963-1978 | Graphik: Autor |
| - Datenanzeigesystem 3270 mit Tastatur im Eins. | IBM Altarchiv |
| - Bildschirme an Großsystemen 1965-1980 | IBM Geschäftsbericht-D, 1981 |
| - Datenerfassungssystem 3740 | IBM Altarchiv |
| - Farbdatensichtgerät 3279 | desgl. |
| - Beleg- und Streifenleser 1287 | desgl. |
| - Belegzettel für Reisekosten von 1975 | desgl. |
| - Drucksystem 3800 Ansicht | desgl. |
| - Drucksystem 3800, schematische Darstellung des Druckprinzips | desgl. |
| - CICS schematische Einbindung in die Software-Umgebung | Graphik: Autor |
| - Entwicklung der Bankenanwendungen 1960 bis 1970er Jahre, schematische Darstellung | W. Ferger |
| - Informationssystem 8100, Konfigurationsskizze | IBM Altarchiv |
| - desgl., Einheiten 8140 und 8101 | desgl. |
| - Schema „Anwendungen, DBMS & Datenbank“ | Graphik: Autor |

Fachliteratur:

- F.K. Olf: Lesende Computer, 1973, ISBN 3-481-36451-2
- C.J. Date: An Introduction to Database Systems, ISBN 0-201-14456-5
- R.J. Cypser: Communication Architecture for Distributed Systems, 1978, ISBN 0-201-14458-1
- H. Lorin und H.M. Deitel: Operating Systems, 1981, ISBN 0-201-14464-6
- Pugh, Johnson, and Palmer: IBM's 360 and Early 370 Systems, 1991, ISBN 0-262-16123-0

8.10 System /370, Prozessoren-Modelle, Leistungsparameter

Ankündigung	Modell / Rechner	Hauptspeicher	Puffer- speicher	Adress- umsetzungs- pufferspeicher, Anzahl Einträge	Prozes- Zykluszeit ns	sor- Leistung in MIPS
Jahr Tag Mon		KB	KB			
System /370- Modelle						
1970 30 06	155	256 - 2.048	8	-	115	0,64
	165	512 - 3.072	8 - 16	-	80	1,8
23 09	145*	160 - 2.048	8	-	203- 315	0,28
1971 8 03	135	96 - 512	-	-	275-1485	0,15
24 06	195	1.024 - 4.096	32	-	54	3,4
1972 2 08	158	512 - 6.144	8	128	115	0,81
	168	1.024 - 8.192	8 - 16	128	80	2,2
4 10	125	96 - 256	-	16	480	0,078
1973 1 2	158 MP	1.024 - 12.288	2 x 8	2 x 128	115	1,3
	168 MP	2.048 - 16.382	2 x 16	2 x 128	80	3,5
13 3	115	64 - 192	-	-	480	0,046
1975 25 3	158-3	512 - 6.144	16	128	115	0,91
	168-3	1.024 - 8.192	32	128	80	2,5
	158-3 MP	1.024 - 12.288	2 x 16	2 x 128	115	4,5
10 11	115-2	64 - 384	-	8	480	0,078
	125-2	96 - 512	-	16	320- 480	0,099
1976 18 02	168-3 AP	2.048 - 16.382	2 x 32	2 x 128	80	4,5
	135-3	256 - 512	-	8	275-1485	0,2
	138	512 - 1.024	-	8	275-1430	0,2
	145-3	192 - 1.984	-	8	180- 270	0,37
	148	1.024 - 2.048	-	8	180- 270	0,37
26 10	158 AP	1.024 - 12.288	2 x 8	2 x 128	115	1,3
	158-3 AP	1.024 - 12.288	2 x 16	2 x 128	115	1,5
System 303x Modelle		MB				
1977 25 03	3033	4 - 24	64	128	57	4,8
6 10	3031	2 - 8	32	128	115	1,1
	3032	2 - 8	32	128	80	2,5
1978 3 4	3033 MP	4 - 48	2 x 32	2 x 128	57	8,3
29 9	3031 AP	2 - 16	2 x 32	2 x 128	115	1,9
1979 31 1	3033 AP	4 - 48	2 x 32	2 x 128	57	8,3
1 11	3033 N	4 - 16	16	128	57	4,0
1980 12 11	3033 S	4 -16	0,5	128	57	2,5

* Das erste S /370-Modell mit monolithischem Hauptspeicher.

8.11 Bildseite



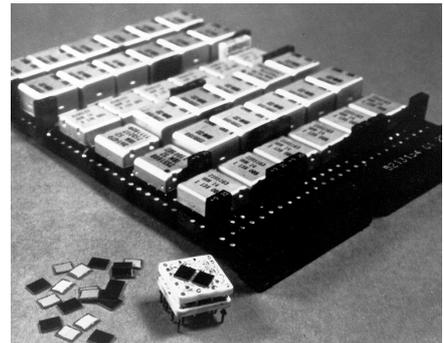
IBM /370 Modell 158, in der Mitte hinten die Prozessoreinheit, davor die Bedienungskonsole mit Monitorbildschirm.



Modell 168, System-Bedienungskonsole, teils mit herkömmlichen Anzeigelampen, Schaltern und Drehknöpfen, doch zusätzlich einem Monitorbildschirm mit Tastatur.

Bild unten: eine mit Speicher-Moduln bestückte Hauptspeicherkarte von Modell 125 (1972).

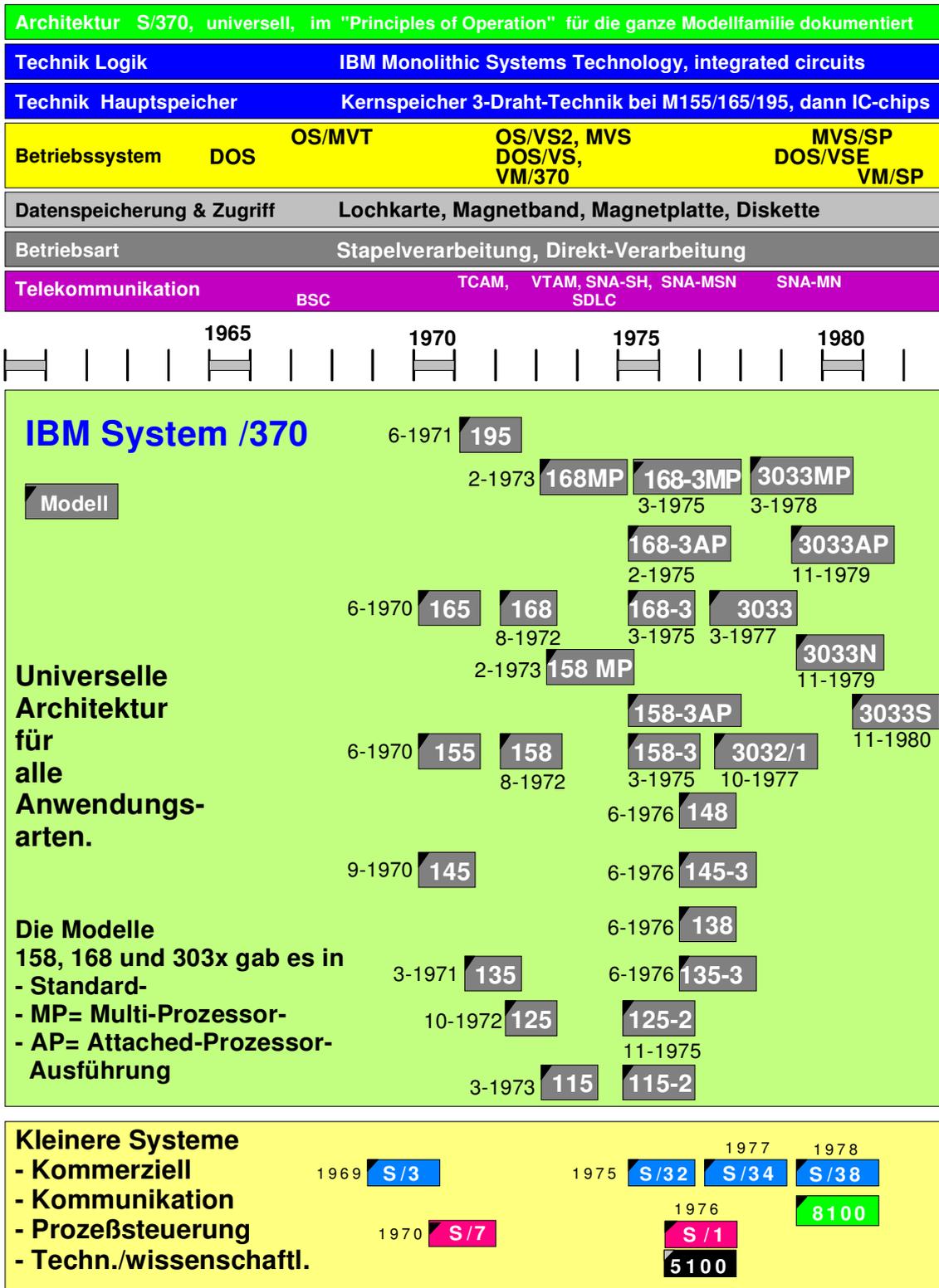
Ein Modul speichert jetzt bereit 1024 Bit, es ist zusammengesetzt aus 2 Ebenen, jede Ebene trägt zwei Speicherchips, die jeweils 264 Bit speichern. Die Chips enthalten Feldeffekttransistoren in Complementary Metal Oxide Semiconductor Technik (MOSFET-Technologie).



Model 125, in der hinteren Reihe links die Prozessor- und Hauptspeichereinheit, rechts daran anschließend die Plattenspeichereinheit 3330 und wiederum rechts davor die Multifunktionskarteneinheit 2560. Ganz links im Bild die Druckereinheit, rechts daran anschließend die Systemkonsole mit Bildschirm und Tastatur; sowie eine eingebaute Lesestation für das zu ladende Mikroprogramm.



8. 12. Systemcharakteristiken, Überblick.



Jahresangaben bei den Produkt-Typen sind das *Ankündigungsjahr für den Markt.*

xbsstre88.dsf

Epoche 9

S/370 Architekturweiterungen: Die direkte Online-Verarbeitung löst Batch ab.

Unternehmensweite Transaktionsverarbeitung Der PC eröffnet neue Anwendungsfelder

In den 1980er Jahren setzte sich der Übergang von der Batchverarbeitung zur Online-Abwicklung und dem direkten Endbenutzerzugang fort. Betrug der Batchanteil am Anfang des Jahrzehnt noch 50%, so wurde für sein Ende nur noch etwa 10% prognostiziert. Mitte der 80er Jahre zeigten Marktstudien ein jährliches Wachstum bei Batch von 20-25%, bei der Transaktionsverarbeitung von 40-50% und ein noch höheres Wachstum bei Endbenutzeranwendungen. Ursache ist die Ausweitung der Anzahl und Vielfalt der in die DV einbezogenen Mitarbeiter, die Verbindung des zentralen Großsystems mit Rechnern in immer weiteren Bereichen der Unternehmen und die zunehmende Telekommunikation.

Diese Einsatzformen ergaben eine zunehmende Abhängigkeit von immer mehr Geschäftsabläufen von der Verfügbarkeit der DV. Einzelne Anwendungen erforderten eine 7 Tage / 24 Stunden Verfügbarkeit. Hieraus entstanden neue und höhere Anforderungen an Rechnersysteme, Peripheriegeräte und Software-Produkte.

Rechner: Erforderlich war eine Reduzierung von Häufigkeit und Dauer der Ausfälle, Automatisierung und Verbesserung des Recovery, sowie schnellere und einfachere Installationen und Upgrades. Die Projektionen der IBM für die Entwicklung in den 80er Jahren gingen von einer Erhöhung der Verfügbarkeit von 96-98% auf 99,9% aus, der Reduzierung der durchschnittlichen Ausfalldauer von ½ bis 3 Stunden auf 15 Sekunden und der Verkürzung der Installationszeit auf ¼.

Plattenspeicher: Größere Speicherkapazitäten, kürzere Zugriffszeiten und höhere Übertragungsraten bieten, zusammen mit den höheren Verarbeitungsleistungen, die Basis für die geforderte und ebenfalls projizierte Reduzierung der Antwortzeiten von 1 auf ½ Sekunde, bei gleichzeitiger, starker Erhöhung der Komplexität der Transaktionen von 250 k auf 1 Mio Instruktionen pro Transaktion.

Betriebssystem: Wichtige, erweiterte Aufgaben des Betriebssystems sind die Automatisierung und die Recovery. Das Betriebssystem selbst muss dazu mindestens so zuverlässig wie die Hardware, und in der Lage sein, Fehlerauswirkungen zu beheben und das System bis zu einer Reparatur weiter zu betreiben. Um all dies zu erreichen, dient ein Drittel des Codes von MVS/XA der Recovery.

Datenmanagement: Das hierarchische Datenbanksystem IMS, und auch CICS, sind am besten geeignet, um für große Transaktionsvolumen das erforderliche Antwortzeitverhalten zu erreichen. Sie werden ergänzt durch relationale Modelle - SQL/DS (1981) und DB2 (1983) - die einen einfachen Zugang mit hoher Produktivität ermöglichen, und damit die Flexibilität bieten, schnell auf veränderte Anforderungen reagieren zu können. Eine zusätzliche Entwicklungsrichtung der relationalen Technik ist die Unterstützung verteilter Daten. Die manuelle Verwaltung wird wegen der rasant wachsenden Datenvolumen immer schwieriger. Die „Data Facility“-Software erfährt deshalb Erweiterungen in Richtung eines systemverwalteten Speichers.

Die gesteigerte Verbindung des Großsystems mit Rechnern in immer weiteren Bereichen der Unternehmen forderte Lösungen, die der Vielfalt der Branchen und deren spezifischen Erfordernissen gerecht werden konnten. Dieses Ziel ist mit *einer einzigen, einheitlichen Architektur und Technologie nicht erreichbar*. IBM bot deshalb neben den Mittleren Systemen wie 4300 / 9370 auch kleinere Systeme der Reihe S /3x und die aufkommenden Personal Computer für *generelle Aufgabenstellungen* an. Diese konnten eigenständig betrieben oder vertikal in Systemhierarchien eingebunden werden. Darüber hinaus wurden spezielle Anforderungen, wie z.B. Echtzeitverarbeitung, Graphikverarbeitung und fehlertoleranter Betrieb mit entsprechenden Produkten abgedeckt.

Die Bandbreite des IBM Systemangebotes und die sich in den DV Nutzerbranchen entwickelnde Vielfalt an neuen Anwendungen führte zu immer näherem Heranführen der DV an die Arbeitsplätze der direkten Nutzer. Dies wiederum erforderte eine Vielfalt von Endgeräten mit Anpassungsflexibilität an die individuellen Arbeitsplätze. So erklärt sich die Vielzahl der neu angekündigten Produkte in dieser Epoche. Hier nur wenige Stichworte: Intelligente Terminals, Graphische- und Bildbearbeitungsanwendungen einschließlich CAD und CADAM, Desktop-Publishing, DV-Geräte für Warenhauskassen, „Banking von zu Hause“. Die Systems Application Architecture (SAA) und die durchgängige Büro-Unternehmenskommunikation „Office Vision“ boten die Grundlagen, die vielfältigen Systemarchitekturen S/370, ESA/370, S/3x, AS/400 und PC's durch den Anwender bündeln zu können.

Inhalt.	E 9 Seite
9. 0 Einführung System /370 Architekturweiterungen	1
Inhaltsverzeichnis	2
9. 1 Architekturweiterungen	3
9. 1.1 S/370-XA	
9. 1.2 ESA /370	
9. 2 Großsysteme	
9. 2.1 IBM 308x	
9. 2.1.1 Überblick	
9. 2.1.2 Modelleinführung	4
9. 2.2. IBM 3090	
9. 2.1.1 Überblick	
9. 2.2.2 Erweiterungsspeicher	5
9. 2.2.3 Logische Systemteilung	
9. 2.2.4 Vektoreinrichtung	
9. 3 Mittlere Systeme	6
9. 3.1 Trends	
9. 3.2 IBM 4300 Modelle	
9. 3.3 Systemarchitektur und Betriebssystemunterstützung	
9. 3.4 IBM 4381	
9. 3.5 RSF und ROCF	
9. 3.6 Preis/Leistungsverhältnis	
9. 3.7 Einsatzformen	
9. 3.8 IBM 9370	7
9. 3.9 Systeme für spezielle Anwendungen: Prozeßsteuerung, Graphik, Fehlerreduzanter Betrieb.	
9. 4 Magnetplattenspeicher	
9. 5 Magnetbandspeicher	8
9. 6 Endgeräte	
9. 6.1 Einleitung	
9. 6.2 Neue Einheiten	
9. 6.3 Vier exemplarische Beispiele	
9. 7 Drucker / Plotter	9
9. 8 Datenfernverarbeitung	10
9. 8.1 OSI-Referenzmodell	
9. 8.2 Neue DFV-Produkte	
9. 9 Branchenspezifische Kommunikationssysteme	11
9. 9.1 Banken und Sparkassen-Systeme	
9. 9.2 Handelssysteme	
9.10 Branchenunabhängiges Informationssystem 8100	
9.11 Systemnahe Software,	12
9.11.1 Das Schichtenmodell	
9.11.2 System-Anwendungs-Architektur	
9.12 Evolution Systemarchitektur S/360-S/370, Betriebssysteme 1990	13
9.13. Prozessorenmodelle, Leistungsparameter	14,15
9.14 Bildseite, Teil 1	16
9.15 Bildseite, Teil 2 und Quellennachweise	17
9.16 Systemcharakteristiken, Überblick	18

9.1 Architekturweiterungen.

9.1.1 370-XA.

Der virtuelle Speicher hatte den Adressraum unabhängig von der realen Speichergröße auf 16 MB erweitert. Inzwischen hatten die Realspeicher bereits diese Größe erreicht und es war offensichtlich, daß noch größere Realspeicher benötigt würden. 1981 wurde deshalb die Funktion „Adresserweiterung“ eingeführt. Die reale Adresse wurde damit auf 26 Bit erweitert, was Realspeicher bis 64 MB ermöglichte. Getrieben vor allem u.a. durch die großen Datenbankwendungen, stieg der Bedarf an Realspeicher und an Adressierungsraum weiterhin rasant.

Die Abdeckung dieses Bedarfs erfolgte 1982 mit der Erweiterung der Architektur auf 370-Extended Architecture. In 370-XA wird die Adresse auf 31 Bit erweitert. Das ermöglicht einen virtuellen Adressraum von 2 GB und auch Realspeicher bis 2 GB. Die Umstellung auf diese weit reichende neue Stufe der Architektur wurde erleichtert durch die Funktion der bimodalen Betriebsweise. Diese erlaubte den gleichzeitigen Betrieb von 24 Bit und 31 Bit Programmen. Damit wurde volle Aufwärtsverträglichkeit geboten, denn bestehende Programme konnten unverändert weiter benutzt werden. Zur Unterscheidung der beiden Betriebsweisen wird das 32. Bit der hardwaremäßigen Adresse verwendet. Mit /370-XA wurden weitere Hardwaregrenzen aufgehoben. Mit nun bis zu 16 Prozessoren, 256 Kanalpfaden, 64 000 E/A-Einheiten sowie 8 Kanalpfaden zu einer E/A-Einheit wird der Rahmen für die künftige Systementwicklung festgelegt. Die E/A-Architektur erfährt mit dem Dynamischen Kanalsubsystem eine wesentliche Umgestaltung. Neben den erweiterten Möglichkeiten für den Anschluß und den Zugriff zu den E/A-Geräten werden mit dem Dynamischen Kanalsubsystem Funktionen der E/A-Verarbeitung in die Kanäle verlagert, ein weiterer Schritt der internen Parallelisierung. 370-XA wird von MVS/XA und VM/XA-Versionen dieser Betriebssysteme unterstützt.

9.1.2 ESA/370 (Enterprise System Architecture)

Mit ESA/370 wurde die Systemarchitektur 1988 erneut erweitert. Die wichtigsten neuen Funktionen sind 16 Access Register, mit denen eine neue Dimension für die Datenorganisation und den Datenzugriff eingeführt wurde und ein zusätzlicher Adressumsetzungsmodus, der Home Space Mode. Schon unter 370-XA konnte ein Steuerprogramm durch die Einrichtung „Dual Address Space“ auf Daten in einem anderen Adressraum zugreifen. Der neue Home Space Mode war nur im Supervisor-Status erreichbar, er erweiterte diese Möglichkeit, insbesondere beim Zugriff auf die Steuerblöcke verschiedener Routinen. Mit den Accessregistern wurde eine Methode für die Adressierung großer virtueller Datenbereiche realisiert, die weit

über die Grenzen des Adressraumes hinausreichte. Für große Datenbereiche, die bislang im 2 GB großen Adressraum untergebracht werden mussten, konnten nun separate, 2 GB große Datenräume angelegt werden. Die Datenräume ermöglichten auch neue Funktionen wie Hiperpace und für Hiperbatch (abgeleitet von *high performance*).

9.2. Großsysteme

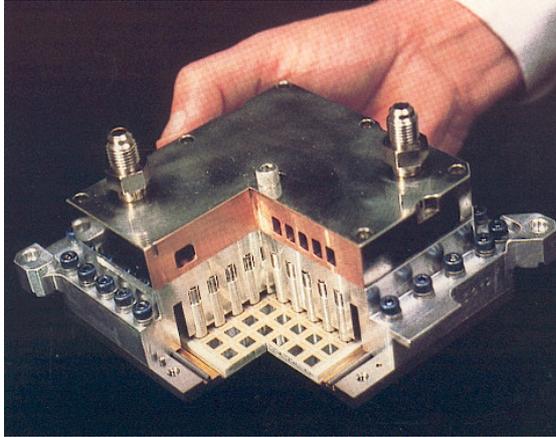
9.2.1 IBM 308x

9.2.1.1 Überblick. die technologische Entwicklung von der /360 bis zur IBM 303x war gekennzeichnet durch eine jeweils höhere Integration der Schaltkreise, kompaktere Packung, geringeren Energiebedarf, sowie eine starke Reduzierung der Schaltzeiten. Für jede neue Systemreihe führte dies zu

- Verdoppelung bis Verdreifachung der Verarbeitungsleistung.
- Reduzierung der Installationsanforderungen (Bedarf an Raum, Energie und Kühlung) mit starker Reduzierung der Installationswerte pro Verarbeitungsleistung.
- Starke Zunahme der Zuverlässigkeit
- Erhebliche Verbesserung des Preis/Leistungsverhältnisses.

Hemmschuh für die weitere Verkleinerung der Bauelemente war die Aufgabe, die Verdrahtung der zunehmenden Zahl von Schaltfunktionen in immer geringerem Raum unterzubringen, sowie die Wärme aus immer kleineren Volumen bzw. Flächen abzuführen. Der Durchbruch erfolgte hierbei durch die Entwicklung der Mehrschichtkeramik-Technologie und einer direkten Kühlung der Chips. Bei dieser Technologie waren auf der Oberfläche eines Mehrschichtkeramikmodules 100 bis 133 Chips untergebracht. Jeder Chip enthielt 704 Schaltkreisfunktionen und war mit 120 Kontaktstiften auf das Modul gelötet. Das Modul selber war aus 33 Schichten aufgebaut, in denen die Verbindungsleitungen der Chips und der Stromversorgung untergebracht waren. Insgesamt wurden auf dem Bauteil „Modul“ ungefähr 45.000 Schaltkreise realisiert. Dies entsprach der Gesamtzahl der Schaltkreise des mittleren Systems Modell 145 der Epoche 8. Pro Modul mußten 500 Watt Wärme abgeführt werden, dies entspricht etwa Bügeleisenleistung. Die Wärmeableitung geschah pro Chip durch einen Stempel aus hochleitfähiger Aluminiumlegierung, dieser gab seine Wärme an die Modulkappe ab, in der er selbst geführt wurde. Eine Heliumgasfüllung unterstützte die Wärmeleitung und sorgte für eine korrosionsfreie Atmosphäre. Die Modulkappe trug eine kaltwasserdurchflossene Kühlplatte, die die Wärme einem Kühlwasserkreislauf zuführte. Alle Chips auf dem Mehrschicht-Keramikträger zusammen mit der Kühleinrichtung bildeten das Thermal Conduction Module (TCM). Die logische Verbindung und die Stromversorgung erfolgt über 1800 Kontaktstifte pro TCM.

Mehrere TMC's bilden eine Verarbeitungsfunktion, z.B. einen Prozessor, sie wurden auf einem TCM-Board untergebracht. Dies ist im Wesentlichen eine 20 schichtige Epoxyharzplatte von 600 * 700 mm Größe, in deren Schichten die Verdrahtung und die Stromversorgung lag.



Ein aufgeschnittenes TCM. Ganz oben die mit Kühlwasser durchflossene Modulkappe. Darunter die Führungsplatte der Wärmeabfuhrstempel mit Druckfedern. Unten die auf dem Mehrschicht-Keramikträger aufgebracht Chips, innerhalb des Mehrschicht-Keramikträgers die interne Verdrahtung. Ganz unten - nicht sichtbar - 1800 Kontaktstifte nach aussen zum TCM Board.

Die gesamten Verarbeitungs- und Steuerungsfunktionen eines Rechners waren in ein oder zwei Prozessorboards mit jeweils 8 TCM, sowie je einem Board für die Systemsteuerung mit 5 TCM's und der Kanalsteuerung mit 4 bis 5 TCM's enthalten. Der Prozessorspeicher war in Steckkartentechnik, nicht in TCM-Technik, ausgeführt. Diese ausserordentlich kompakte Bauweise führte zu dramatischer Reduzierung der externen Verdrahtung, ebenso wie die Anzahl der Bauteile. Allein daraus resultiert eine erheblich höhere Verfügbarkeit.

Der damit erreichte Fortschritt in Leistung und Systemeigenschaften zeigt sich beim *Vergleich* des ersten Modells der 3081 mit dem Vorgänger IBM 3033:

Leistung:	2,1	Installationszeit	0,33
Energiebedarf:	0,4	Bauteile	0,06
Platzbedarf:	0,77		

Die Verarbeitungsfunktionen, die Ein/Ausgabesteuerung und die Systemüberwachung wurde mit einem hohen Grad an Mikroprogrammsteuerung erreicht. Gleichzeitig wurden neuartige Methoden und Verfahren zur Überwachung der Systemfunktionen und zur automatischen Fehlererfassung eingeführt. Durch die kompakte Bauweise war es nicht mehr möglich, bei der Fehlerdiagnose in herkömmlicher Weise Signale zu messen. Deshalb erfolgte die kontinuierliche Messung von Signalzuständen an vielen Meßpunkten sowie deren Speicherung. Die Prozessorsteuereinheit 3082 steuerte diese Vorgänge vollautomatisch. Durch

die umfassende Signalstatusspeicherung war es dem Servicetechniker *unabhängig vom laufenden Betrieb* möglich, Veränderungen festzustellen, zu diagnostizieren, zu lokalisieren und preventive Maßnahmen einzuleiten.

9. 2.1.2 Modelleinführung. Die Einführung der IBM **308x** erfolgte in drei Stufen:

1. Modell D. Als erster Rechner wurde das **3081 Modell D** angekündigt 1980. Es ist ein dyadischer Prozessor, eine neuartige Systemform. Sie enthielt wie ein Multiprozessorsystem zwei Prozessoren, die übrigen Komponenten, vor allem die Systemsteuerung, waren nur einfach vorhanden. Es war also sozusagen ein „Uniprozessorsystem“ mit zwei 2 Prozessoren. Die mehr als doppelte Leistung resultierte ausschließlich aus der Technologie. Das Design wurde in dieser ersten Erprobung der TCM-Technologie sogar vereinfacht.

2. Volle Modellreihe: Modelle E bis Q. Nach der erfolgreichen Einführung der TCM-Technologie wurde 1981/1982 eine volle Modellreihe eingeführt, wieder mit einem komplexen Design, d.h. mit einem hohen Maß an Überlappung in der Instruktionsdekodierungsphase. Damit wurde eine Leistungssteigerung von über 40% erreicht. Die Modellreihe umfasste 3 Uniprozessoren **IBM 3083 (E, B, J)**, 2 dyadische Prozessoren **IBM 3081 (G und K)** und das Mehrprozessorsystem **IBM 3084Q**. Seitherige MP-Systeme wurden durch den Zusammenschluß von 2 Uniprozessoren gebildet. Das Modell Q dagegen war der Zusammenschluß von 2 dyadischen Modellen K und erreichte dadurch mit nun 4 parallel arbeitenden Prozessoren unter der Steuerung eines Betriebssystems eine neue Stufe des Multiprozessings.

Alle Modelle der ganzen Reihe basierten auf dem Modell J. Die anderen Uniprozessoren waren in der Leistung reduzierte Versionen des Modelles J, die dyadischen Prozessoren und das Modell Q verwandten den gleichen Prozessor mehrfach. Damit war zum ersten mal der gesamte Leistungsbereich der Großsysteme in einer granularen Weise mit einem einzigen Systemkonzept abgedeckt, mit einfachen und schnellen Modellerhöhungen. Bis zu den dyadischen Modellen bestanden alle Modelle aus den gleichen Einheiten, bei einer Modellerhöhung wurden nur wenige Teile ausgetauscht oder ergänzt.

3. X- Modelle. 1984 wurden alle Modelle in einer noch etwas schnelleren Version angekündigt.

9. 2.2 IBM 3090

9. 2.2.1 Überblick. 1985 wurde mit der IBM 3090 das Nachfolgesystem der 308x angekündigt. Die 3090 folgt dem Konzept der 308x mit einer erheblich weiterentwickelten Stufe der TCM Technologie. Die erste Modellreihe, die Basismodelle mit 4 Leistungsstufen, waren fast doppelt so schnell als die 308x.

Bis 1989 wurden in jährlichem Wechsel immer leistungsfähigere und vielfältigere Baureihen eingeführt, die E-, S, und J-Modelle, mit insgesamt einer Leistungssteigerung von knapp 70%. Die Zahl der Leistungsstufen wurde dabei auf 13 erhöht, bis hin zu Multiprozessoren mit 5 und 6 Prozessoren. Vom kleinsten bis zum größten J-Modell war ein Leistungswachstum auf das mehr als 15-fache möglich.

Wesentliche Kennzeichen der Weiterentwicklung der TCM/Mehrschichtkeramik-Technologie zeigt die folgende Tabelle:

	308x	3090 Base/E	S/J
Substrat			
- Größe in mm	99*99	110*117	110*117
- Anzahl Chips	100 bis 133	100 bis 132	
Chips			
- Technologie	S-TTL	ECL	
- Logik	NAND	NOR/OR	NOR/OR
- Anzahl Schaltkreise	704	612	2360

TTL= Transistor-Transistor-Logic

ECL= Emitter Coupled Logic

9. 2.2.2. Erweiterungsspeicher. Der Zentralspeicher der 3090 konnte modellabhängig bis zu 512 MB ausgebaut werden. Verwandt wurden 1 Mb-FET-Chips. Als zusätzliche Ebene der Speicherhierarchie wurde der Erweiterungsspeicher eingeführt. Es ist - wie der Zentralspeicher - ein Halbleiterspeicher, jedoch in CMOS Technologie mit 1Mb und 4 Mb Chips. Er hat etwas geringere Geschwindigkeit und ist deshalb kostengünstiger. Er kann nur in Seiten adressiert werden und dient als schneller Pagingsspeicher. Mit einem Adressierungsumfang von 16 000 GB (bei 3090 max. 4 GB installierbar) und speziellen Instruktionen für die rasche Übertragung von Seiten zwischen Erweiterungs- und Zentralspeicher (Move Page), bietet der Erweiterungsspeicher hohe Leistungssteigerungen beim Pagen großer Bereiche:

Pagen einer Seite	In Millisekunden
- von 3380 (Platte)	20 bis 30
- von 3380-21 (Platte mit Cache)	4 bis 10
- vom Erweiterungsspeicher	0,075

9. 2.2.3. Logische Systempartitionierung

Bis dahin gab es für den gleichzeitigen Betrieb verschiedener Betriebssysteme auf einem System zwei Möglichkeiten:

1. Physische Partitionierung (Teilsystembildung). Ein Mehrprozessorensystem konnte in zwei völlig separate Teilsysteme getrennt werden, die üblicherweise gleich konfiguriert waren.
2. Partitionierung durch Software. Unter VM konnten mehrere virtuelle Maschinen eingerichtet werden, auf denen für unterschiedliche Anforderungen verschiedene Betriebssysteme eingesetzt wurden. Es bestand aber zunehmender Bedarf für weiter-

gehende Möglichkeiten, z.B. für den Betrieb eines Testsystems für eine Online-Datenbankanwendung oder für den gleichzeitigen Betrieb zweier Versionen von MVS bei Releasewechsel.

Dafür wurde 1987 (ab den E-Modellen) die Möglichkeit einer logischen Teilsystembildung mit der Funktion „Processor Ressource/Systems Manager“ (PR/SM) eingeführt. Sie ermöglichte die Aufteilung eines Systems in logische Teilsysteme, sogenannte Logical Partitions (LPAR's), die logisch völlig unabhängig unter einem eigenen Betriebssystem arbeiteten, und denen die Systemressourcen (z.B. Speicher, Kanäle) flexibel zugeordnet werden konnten. Bei der Ankündigung betrug die maximale Anzahl 4 Partitionen. Mit der Ankündigung der S-Modelle in 1988 wurde die max. Anzahl auf 14 Partitionen erhöht

PR/SM entwickelte sich zu einer unverzichtbaren Grundfunktion aller großen Server, die Anzahl möglicher Partitionen wurde kontinuierlich erhöht.

9. 2.2.4 Vektoreinrichtung. Die höchsten Anforderungen an Rechenleistung bestehen bei vielen wissenschaftlichen Problemen. Wichtige mathematische Lösungsmodelle lassen sich besonders elegant in Vektorform darstellen. Verschiedene Hersteller boten für solche Aufgaben spezialisierte Vektorrechner an. Diese zeichnen sich durch eine sehr hohe Rechenleistung aus, haben aber den Nachteil, daß sie auf die Vektorverarbeitung spezialisiert sind.

Die IBM ging einen anderen Weg. 1986 wurde für die 3090 eine Vektoreinrichtung als integrierte Lösung angeboten. Dieses spezielle Rechenwerk kann mit einer Instruktion Vektoren mit bis zu 128 Elementen verarbeiten. Durch ein Pipeline-Prinzip mit hoher Überlappung kann die bis zu 5-fache Rechenleistung gegenüber skalarer Ausführung erreicht werden. Der Vektorinstruktionssatz bestand aus 171 Instruktionen, die später auf 180 erweitert wurden.

Bei Modellen mit mehreren Prozessoren konnte jeder einzelne Prozessor mit einer Vektoreinrichtung ausgestattet werden.

9.3 Mittlere Systeme.

9.3.1 Trends. Die einheitliche Systemkonzeption des System /370, mit einer einheitlichen Systemarchitektur, über verschiedene Leistungsstufen einsetzbare Betriebssysteme, universell anschließbare Peripheriegeräte, gleiche Datenfernverarbeitungs-konzepte, waren wesentliche Komponenten für den Erfolg dieser Produkte und für das rasche Wachstum der DV Kapazitäten.

Installationsstand in Deutschland, nach Diebold:

	Ende 1976	Ende 1977
- /360 und /370:	4 297	5 065
- Kleinere Systeme wie /3, /32:	5 100	5 910

Vom kleinsten bis zum größten Modell deckte das System /370 in 1976 einen Leistungsbereich von 1:60 ab. Die Orientierung am unteren Ende dieses Leistungsbereichs und des noch darunter liegenden, führte zur Aufteilung in die Großen und die -Mittleren Systeme. Die großen Modelle werden durch die in einer gleichartigen Technologie gebauten Rechner IBM 303x abgelöst (Epoche 8), während für die mittleren und kleineren Modelle als Nachfolge die technologisch neu entwickelte Serie 4300 (Epoche 9) eingeführt wurde.

9.3.2 IBM 4300. Die IBM 4300 wird 1979 mit den ersten Modellen der Modellreihen 4331 und 4341 eingeführt, die in den folgenden Jahren um weitere Modelle erweitert wurden. 1984 folgten die Modellreihen 4361 und 4381. Die 4300 verwandte eine VLSI-Technologie. Die Logik-Chips enthielten 704 Schaltkreise (Merged Transistor Logic). Für den Hauptspeicher wurden 64 KBit-Chips eingesetzt. Der Produktionsbedarf hierfür führte zur Erweiterung der 64 KBit-Chip Produktion in Sindelfingen und zur Bauentscheidung für das Halbleiterwerk in Böblingen. Die Modellreihen 4331 und 4321 wurden in Böblingen entwickelt und für Europa in Mainz produziert. Die VLSI-Technologie ermöglichte bei den Modellreihen bis hin zu 4361 die Bauform „Truhe“ der Maße 150 cm breit, 82 cm tief und 100 cm hoch. Der Anschlußwert der Systemeinheit 4361 lag bei 2,6 kVA und bei 4381 bei 4,7 kVA.

9.3.3 Systemarchitektur und Betriebssystemunterstützung. Den Systemgrößen und den Einsatzformen entsprechend wurden bis zur 4361 DOS/VS und VM eingesetzt. Neben der vollen Architektur wurde jedoch auch Extended Control Program Support (ECPS:VSE) angewandt. Dieser verwandte nur *einen* virtuellen Adressraum und kam deshalb mit einer einfacheren Adressumsetzung aus, die zu Leistungszuwachs führte. Der ECPS: VSE Mode wurde von **DOS/VSE**, der gleichzeitig eingeführten neuesten Version des DOS/VS, unterstützt. 1981/1982 wurden das Small System Executive/VSE (**SSX/VSE**) und das VSE System Productivity Option/Extended (VSE System **IPO/E**) eingeführt. Beide hatten das Ziel, den Aufwand kleiner Anwender für die Installation und Betreuung ihres

VSE Systems zu reduzieren und sie zu entlasteten.

9.3.4 IBM 4381. Die leistungsstärkste Modellreihe, die 4381, wurde 1984 angekündigt und bis 1988 mit immer höherer Leistung ausgestattet. Die grösseren Modelle sind Zweifachprozessoren, sie ragten in den Leistungsbereich der Großsysteme.

Systemarchitektur: S /370 und 370-XA.

Betriebssysteme: Alle, bis MVS-XA waren eingesetzt.

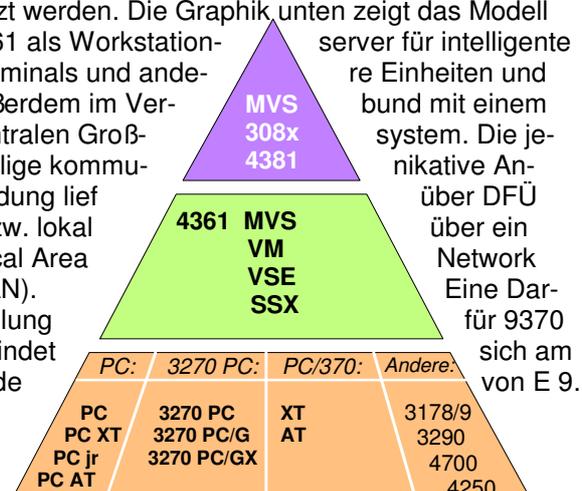
Technologie: Es wurde eine vereinfachte Version der bei 308x/3090 angewandten Mehrschichtkeramik mit 64 x 64 mm Modulgröße und bis zu 36 TTL-Logik-Chips mit 704 Schaltkreislokalationen (bei den Modellen 11-14) benutzt.

9.3.5 RSF und ROCF. Die Modelle der 4300 Systeme konnten mit RSF ausgerüstet werden, um die fernunterstützte Wartung des Technischen Services der IBM zu nutzen. Unabhängig von diesen Einrichtungen hatten die 4300-CPU's einen Serviceprozessor, der u.a. vollautomatisch Signalzustände und Temperaturen an vielen Meßpunkten erfasste, mit Referenz-Kodes versah und speicherte für die vorbeugende Wartung durch den Servicetechniker.

Außerdem konnte Remote Operator Control Facility (ROCF) eingesetzt werden. Damit wurde es einem zentral arbeitenden Anwender-Systemspezialisten ermöglicht, eine dezentrale 4300 via DFÜ per Bildschirmmonitor zu inspizieren und entsprechende Aktionen einleiten.

9.3.6 Preis/Leistungs-Verhältnis. Die für 4300 entwickelten Systemstrukturen und angewandten Technologien für Prozessoren und Peripheriegeräten ermöglichten ein Preis/Leistungsverhältnis, das den Anforderungen dieses Anwendersegmentes entsprach und gleichzeitig neue Perspektiven eröffnete. Neue Anwender konnten erreicht werden durch einfachere Handhabung bei Installation und Betrieb. Außerdem waren jetzt erstmals Serviceumfang und Servicegrad wählbar angeboten.

9.3.7 Einsatzformen. Alle 4300 Modelle konnten als zentrale oder dezentrale Einzelsysteme, oder als zentrale Server für Workstations, und als dezentraler Rechner im Verbund mit Großsystemen eingesetzt werden. Die Graphik unten zeigt das Modell 4361 als Workstation-Terminals und andererseits im Verbund mit einem zentralen Großsystem. Diejenige Anbin-dung lief bzw. lokal Local Area (LAN). stellung befindet sich am Ende



9.3.8 Die IBM 9370 Systemreihe

Im unteren Bereich der Leistungsskala der /370 Architektur wurde 1986 die Prozessorfamilie IBM 9370 mit 4 Modellen eingeführt und bis 1990 auf insgesamt 11 Modelle erweitert. Die Zielgruppe der 9370 waren die Niederlassungen und Fachbereiche der großen und mittleren IBM Kunden, deren Bedarf an Informationsverarbeitung schnell wuchs.

Ein 9370 Prozessor war über interne Kanäle mit den 4 Subsystemen „Platten/Band“ (9332/35-9347), „Dialogstationen“, „Kommunikation“ und „Block-MPX-Kanal“ und jeweils danach über *integrierte Anschlüsse* mit den jeweiligen Einheiten verbunden, z.B. von „Dialogstationen“ zu Terminals, PC's und Fremdgeräten; das Kommunikations-Subsystem ermöglichte DFV-, X.25-, ASCII-, Token-Ring und IEEE 802.3 LAN -Anbindungen.

Die 9370-Systemleistung ermöglichte es, die S /370 Architektur voll zu nutzen. Damit stand vom kleinsten 9370-Modell bis zum größten Modell der 3090 eine Leistungsbandbreite von 1:250 in einheitlicher Architektur bereit.

Mit der Reihe 9370 in Rahmenbauweise wurde ein entscheidender Technologiewechsel vollzogen. Die in 1986 angekündigten Modelle nutzten bipolare Technologie, doch bei den Modellen 30 und 50 (1988) wurde erstmals die im Entwicklungslabor Böblingen geschaffene CMOS-Technologie angewandt, die in den Neunziger Jahren die Bipolar-Technologie auch bei den grössten Servern ablöste. Die Modelle 30 und 50 erreichten noch nicht die Leistung der bipolaren 9370 Modelle, doch waren sie preisgünstiger. Die Systemreihe wurde um M25 (1989) und M10/12/14 (1990) ergänzt. Die Modelle 80 und 90 nutzten höchstintegrierte Chips mit luftgekühlter TCM-Technologie. Die 9370 Modelle wurden in den Entwicklungslaboratorien Böblingen und Endicott entwickelt.

9.3.9 Systeme für spezielle Anwendungen.

Prozeßsteuerung. System /1, bereits 1976 angekündigt, ein kleiner Universalrechner, jedoch durch sein Unterbrechungssystem besonders geeignet für Prozeßsteuerung, löste IBM 1800 ab. Die Leistung wurde über Jahre laufend erweitert: 1982 betrug die Speicherkapazitäten 256 KB (HS), 30 MB Festplatte und Diskettenlaufwerk 1,2 MB.

Graphiksystem. Professional Workstation IBM 6150 für CAD-Anwender (1986). Ein 32 Bit RISC- (reduced instruction set computer) Prozessor mit 100 ns Takt und ein Gleitkommprozessor führten Programme in höheren Programmiersprachen schnell aus und verwalteten den virtuellen Speicher. Das Betriebssystem AIX (Advanced Interactive Executive) basierte auf UNIX System 5 und einigen Berkley 4.2 Funktionen. Hauptspeicher 4 MB, 70 MB Festplatte. Daran angeschlossen werden konnte das Graphische Bildschirmsystem 5080 (seit S/370 bekannt). Damit stand ein kostengünstiges Einplatzsystem zusammen mit dem 2 1/2D Professional CADAM Softwarepaket zur Verfügung.

Fehlerredundanter Betrieb. Das System /88 wurde als mittleres System für Kunden entwickelt, die extrem kritische Anwendungen im Bereich der Transaktionsverarbeitung abzudecken hatten. Es wurde 1986 angekündigt. S/88 kombiniert eine Duplex-Hardware-Architektur mit einem hochentwickelten Betriebssystem, um ein fehlertolerantes System bereitzustellen. Das System /88 unterstützte umfangreiche periphere Einheiten, fehlertolerante Kommunikationssysteme, DASD-Subsysteme und Systemanbindungen.

Alle Hardware-Komponenten wie Prozessor, Hauptspeicher, Plattenspeicher, einschließlich der Stromversorgung waren doppelt vorhanden. Batterien überbrückten kurzzeitige Netzstromausfälle für die Sicherung des Hauptspeichereinhaltes. Die unkritische Magnetbandeinheit war einmal vorhanden. Das spezielle und hochentwickelte Betriebssystem ließ Hardware- und Software-Änderungen *während des Betriebs* zu. Folgende Modelle waren am Markt: Modelle 40 und 60 (1986), vier leistungsstärkere Modelle (1987), die beiden Einsteigersysteme 4578 und 4579 (1988) und ein weiteres: 4593 (1989). Das Leistungsspektrum der Prozessormodelle war etwa 1:10 relativ zum kleinsten Modell.

Die je zweimal vorhandenen Komponenten Prozessor, Hauptspeicher, E/A-Prozessor und Kommunikationssteuerungseinheit arbeiteten synchron, ihre beiden Ergebnisse wurden ständig verglichen mit denen ihrer Partner, um Datenintegrität zu gewährleisten und den weiteren Betrieb auch bei Komponentenausfall sicherzustellen.

9.4 Magnetplattenspeicher.

Virtueller Speicher und neue, große Anwendungen forderten die Weiterentwicklung des Magnetplattenspeichers: IBM 3380 kam 1981 mit 1260 MB pro Laufwerk, das 3380 E Modell (1985) mit 2560 MB und das 3380 K Modell mit 3780 MB Speicherkapazität. Gleichzeitig verringerten sich die Zugriffszeiten auf 17 ms, die Datenübertragungsraten stiegen auf 3000 MB/s an. **Dünnsfilm-S/L-Köpfe** ermöglichten diese neuen Leistungsdaten. Die Mikroprogramm-gesteuerte Plattenspeichersteuereinheit 3880 kann 1985 erstmals mit einem Pufferspeicher (Cache) mit 8 oder 16 MB ausgerüstet werden, der Hauptspeicherzugriff wurde entlastet, die Systemleistung stieg.

Neue Dimensionen wurden erreicht mit IBM 3390 (1989) durch die Zugriffszeit von 9,5 ms und der Datenrate von 4,2 MB/s und einem Pufferspeicher mit 64 MB in der Steuereinheit. Dies ergab Leistungssteigerungen bei geringen Mehrkosten. Ein Teil dieser Fortschritte wurde erzielt durch die Plattenverkleinerung auf 10,8 Zoll; gleichzeitig ergab sich daraus eine kompaktere Bauweise und damit kleinere Stellfläche. Modell 1 hatte 3,781 GB, Modell 3 (1991) 34 GB Speicherkapazität. Das Modell 9 (1993) kam auf 102 GB durch die **Magneto-Resistive Kopf-Technologie (MR)**. Siehe auch Buchabschnitt „Resümee, Seiten R 10-13.

9.5 Magnetbandspeicher.

Das Magnetband-Subsystem IBM 3480 (1984) mit Bänderheiten 3480-B22 und der Steuereinheit 3480-A22 setzte ebenfalls neue Maßstäbe: es erzielte 3 MB/s Lese/Schreibgeschwindigkeit durch Dünnfilm-Schreib/Leseköpfe. Die Speicherdichte wurde von 6250 auf 38000 Byte/Zoll versechsfacht bei gleichzeitiger Verdoppelung der Spurenzahl von 9 auf 18. Die Erhöhung der Spurenzahl erfolgte primär, um die Lesezuverlässigkeit um etwa den Faktor 20 zu erhöhen durch Anwendung des Kodierungsschemas „Adaptive Cross-Parity“ (AXP). Dies ermöglicht automatische Fehlerkorrektur im Subsystem selbst und entlastet Kanal und Prozessor.

Das Chromdioxid-Magnetband selbst ist ab 3480 geschützt in einer 12,5 x 10 x 2,5 cm großen, geschlossenen Kassette untergebracht. Abhängig vom Blockungsfaktor lag die Kapazität bei 200 MB, d.h. 1/5 mehr als die bekannte, seitherige Bandspule. Automatisches Einfädeln vereinfacht die Handhabung, Lade-Bedienungsfehler werden vermieden. Die bekannte und übliche Vakuumsäulenpufferung der Magnetbandschleife wurde gänzlich ersetzt durch eine neue, elektronisch gesteuerte Start-Stop-Antriebstechnik.

Eine weitere Leistungssteigerung wurde durch die Steuereinheit 3480-A22 mit 512 KB dynamischem Pufferspeicher und Mikroprozessorsteuerung erzielt. Das Pufferdesign ermöglichte die Überbrückung von Start/Stopzeiten durch andere Funktionen. Während das Laufwerk startet, werden z.B. zu schreibende Daten in den Pufferspeicher gelesen, unmittelbar danach ist der Kanal schon wieder frei, Kanal und Prozessor werden entlastet.

Das 3480 Magnetbandsystem konnte an allen MVS-Rechnern betrieben werden.

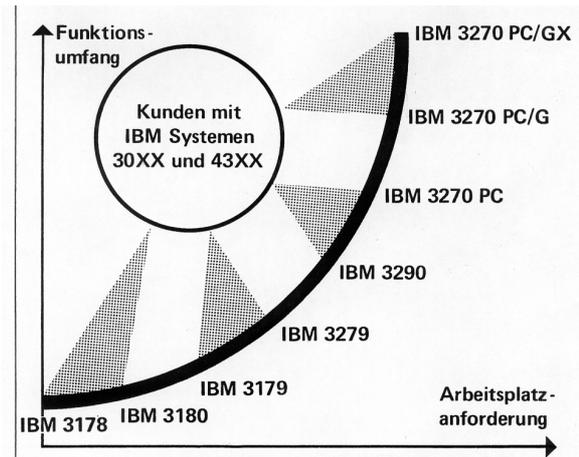
Ab 1986 steht ein automatisches Kassettenmagazin für 5 Bandkassetten bereit, das unnötige Leer- und Pausenzeiten im Systembetrieb zu vermeiden hilft.

Ausserdem standen ab 1986 die kostengünstigeren Magnetbandlaufwerke 3480 A11/B11 zur Verfügung für Anwendungen, die mit der Datenrate 1,5 MB/s betrieben werden konnten.

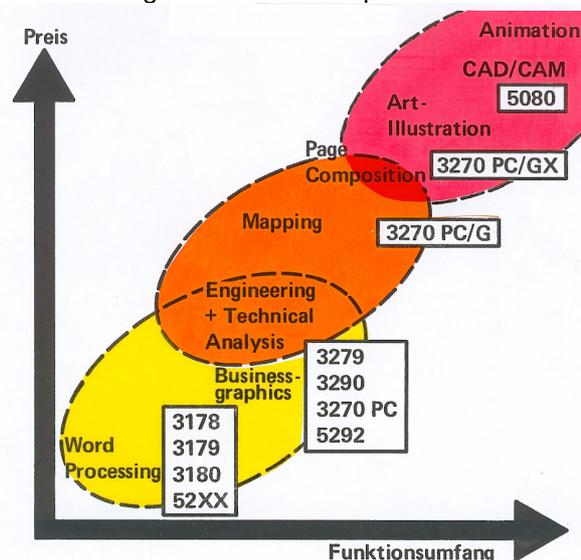
9.6 Endgeräte.

9.6.1 Einleitung. Die Bandbreite des Funktionsumfangs von Endgeräten steht in Beziehung zu den je individuellen Arbeitsplatzanforderungen. Um das gesamte Anforderungsspektrum „vor Ort“ und in voller Verträglichkeit mit zentralen Systemlösungen abzudecken, brachte IBM eine Reihe neuer Dialogstationen und die in das 3270-Datenanzeigesystem eingebundenen neuen 3270-PC's heraus.

9.6.2 Neue Einheiten. IBM 3178 (1983), 3180 und 3179 (1984), 3279 (1979), 3290 (1983), 3270 PC, 3270 PC/G und 3270 PC/GX (1984). Die folgende Graphik positioniert die Dialogstationen nach Funktionsumfang und Arbeitsplatzanforderungen.



Anwendungen stellen höchste Anforderungen, wenn im Graphikbereich dreidimensional, in Farben und in maximalen Variationsmöglichkeiten - z.B. axiale Drehungen - schnell manipuliert werden soll:



9.6.3 Vier exemplarische Beispiele.

„Arbeitsplatz Wordprocessing“: Das Datensichtgerät 3178 mit Farbbildschirm war gepuffert, es konnte über die Steuereinheit 3274 oder über die Datensichtstation 3276 an Systeme 303X, 308X, 4300, 8100 und /370 angeschlossen werden. Die Rechner 4321, 4331 und 4361 waren mit Direktanschlüssen für Datensichtgeräte ausgerüstet.

„Arbeitsplatz „Engineering“: Steuerungs/Überwachungs-Aufgaben, wie z.B. die der DFV-Netzüberwachung erforderte es, mehrere Vorgänge unabhängig voneinander und gleichzeitig auf einem Bildschirm zu bearbeiten. Dies erfüllte z.B. das Großdatensichtgerät IBM 3290 (1983). Der Plasmatechnik-Flachbildschirm konnte bis zu 9.920 Zeichen darstellen, die in vier unabhängige Bereiche geteilt werden konnten. Das mikroprozessorgesteuerte Gerät erlaubte Rollen des Bildes und Graphik. Das Bild war kontrastreich, gestochen scharf, spiegel-

ungsfrei und über den ganzen Bildschirm hinweg stabil. Der Anschluß erfolgte über die Steuereinheit 3274 an ein zentrales System 30XX, 4300 und 8100 lokal oder via DFÜ.

„**Graphischer Arbeitsplatz**“ : 3270 PC/XT (1984) mit 19“ Farbbildschirm und einem zusätzlichen „3270-PC-Graphiksteuerprogramm“ ermöglichte graphische Darstellungen und Bilddaten zusammen mit alphanumerischen Daten zu verarbeiten. Der Bildschirm konnte dabei vier voneinander unabhängig arbeitende, logische 3270 Bildschirme darstellen, die einen parallelen Dialog mit entsprechend vielen Anwendungen auf einem oder mehreren zentralen Rechnern erlaubten. Der Anschluß erfolgte an ein zentrales System lokal oder via DFÜ.

„**CAD/CAM-Arbeitsplatz**“ : war z.B. 1984 mit dem Graphik-Bildschirmsystem 5080 ausgestattet. Es war bereits mit integrierten graphischen Funktionen, Rasterpunkttechnik und 1,1 MB Pufferspeicher ausgerüstet, doch erforderte es ein mittleres oder großes zentrales System als Host.

Die Entkoppelung vom Zentralsystem brachte das System 6150 in 1986 mit sich. Es basierte auf einem Mikrocomputer zusammen mit einer 32-Bit RISC-Architektur, die es ermöglichten ein kompaktes und leistungsstarkes Gerät unter dem Betriebssystem AIX zu betreiben. 6150 wurde bereits kurz beschrieben unter 9. 3.3.3. Für Anwendungen, die die Anbindung an andere Systeme erforderten, standen das Token-Ring-Netz, PC-Gateways zu S/36 und via 3720 / 3725-Direktanschluß zu S/370 als Host zur Verfügung. Die Einsatzbreite von 6150 wurde 1988 weiter erhöht durch neue Modelle mit Hauptspeicher bis 16 MB und Festplattenkapazität bis zu 930 MB. Das neue Graphiksystem IBM 6090 mit 23“ Farbbildschirm (1989) konnte 256 Farbtöne oder Graustufen darstellen, Zeichnungen erschienen damit so real wie gute Photos.



9.7 Drucker / Plotter.

Neben Druckanforderungen zentraler DV Bereiche standen in der 1980er Dekade ebensolche von dezentral arbeitenden, direkten Nutzern mit unterschiedlichen Qualitäts- und Volumen-Anforderungen an. Dies führte zu einer beträchtlichen Ausweitung des IBM Druckerangebotes allein im Bereich der grossen und der mittleren Systeme. Die folgende Aufstellung zeigt die Vielfalt, PC-Drucker sind darin nicht enthalten.

Ankündigungsjahr	Type	Druckart	Drucktechnik	Leistung Seiten/min= spm Zeilen/min= zpm Zeichen/sek= zps	Bemerkungen
1982	3800 M3 Subsystem	Seitendruck	Elektrographik	215 spm	240 x 240 Pixel/Quadratzoll in Rasterpunktarchitektur. Mehr als 50 Zeichensätze und ab 1984 mehr als 130 Zeichensätze!
1982	4224	Zeilendruck	Stahlbandmatrix	400 zps	4 oder 8 Farben
1982	4234	Zeilendruck	Stahlbandmatrix	410 zpm	„dot-tape“ ,
1983	4245	Zeilendruck	Stahlband	2000 zpm	OCR-fähig
1983	4250	Seitendruck	Elektroerosion	1,5 spm	Alu-Folie ersetzt Neg.Film (Offset-D)
1984	4248	Zeilendruck	Stahlband	3600/3000/2600 zpm	Wählbare Zeilenleistung/min sowie Anzahl Druckposit./Zeile (132 / 168)
1984	7374/5	Farbplotter	Schreibstift(e)	-	Ausgabe bis Format A0
1984	7371/2	Farbplotter	Schreibstift(e)	-	7371=A4, 7372=A3-Format
1985	3820	Seitendruck	Elektrographik	20 spm	240 x 240 Pixel/Quadratzoll
1986	3812	Seitendruck	Elektrographik	12 spm	240 x 240 Pixel/Quadratzoll
1987	4248	Zeilendruck	Stahlband	4000 zpm	Schnellster „Einschlagdrucker“
1987	3800M6	Seitendruck	Elektrographik	134 spm	Rasterpunktarchitektur
1987	3835	Seitendruck	Elektrographik	88 spm	
1988	3262	Zeilendruck	Stahlband	1200-1400 zpm	Je nach Modell
1988	3827	Seitendruck	Elektrographik	92 spm	Advanced Function Printing (AFP)
1989	3816	Seitendruck	Elektrographik	24 spm	AFP
1989	3825	Seitendruck	Elektrographik	58 spm	oder 29 Blatt/min bei Vorder- und Rückseitendruck
1989	4019-001	Seitendruck	Elektrographik	10 spm	
1989	4250-EW	Seitendruck	Elektroerosion	1,5 spm	jetzt mit 5 verschiedenen Druckbreiten erhältlich

Der Seitendruck hat sich in dieser Periode im Leistungsbereich von 10 bis 215 Seiten/Minute durch das elektrographische Laserdruck-Prinzip etabliert. Daneben wurden Stahlbanddrucker weiterhin dort eingesetzt, wo hohe Zeilendruckleistung, aber nicht die Vielfalt von Zeichenvorrat und skalierte Schriftgrößen erforderlich waren. Zeilendrucker, je nach Typ, waren mit abgestufter Anzahl Druckpositionen pro Druckzeile erhältlich.

Ein gewichtiger Faktor für die Ausbreitung der Seitendrucktechnik lag in der von IBM 1982 erstmalig eingeführten Rasterpunktarchitektur. Sie hatte großen Einfluß auf die weitere Entwicklung der Desk Top Publishing-Anwendungen. DTP-Anwendungen bestehen aus den beiden Komponenten *Druckertechnik* und *Drucker-Software*. Erstere ist so konzipiert, daß alle Punkte einer Seite adressierbar sind, d.h. die *physische Seite* ist „All Points Adressable“ (APA), die *logische Seite* wird mittels Steuerungssoftware arrangiert und dies wird als „Advanced Funktion Printing“ (AFP) bezeichnet.

Die Drucker-Software umfasst auch den Zugriff auf Text-, Graphik-, Bild- und Umbruch-Programme. Kennzeichnend für die Rasterpunktarchitektur ist, daß die verschiedenen Programmprodukte und die Druckertechnik aufeinander abgestimmt sein müssen.

9.8 Datenfernverarbeitung.

9.8.1 OSI Referenzmodell. Nach der 1974 durch IBM eingeführten Kommunikationsarchitektur SNA haben andere Hersteller ebenfalls eigene Konzeptionen entwickelt. Protokollhierarchien und Schichtenkonzept sind jedoch allgemein Bestandteil und Grundlage aller Kommunikationsprotokolle.

Weil jedoch die Protokolle der verschiedenen Hersteller unverträglich waren, bemühten sich seit 1978 internationale Normungsgremien, eine verbindende Kommunikations-Architektur zu entwerfen. Das davon abgeleitete **OSI-Referenz-Modell** (Open Systems Interconnection) ist seit 1983 international genormt. Die Einheitlichen Höheren Kommunikationsprotokolle (**EHKP**) der Deutschen Bundespost galten als Vorläufer einer internationalen Vereinbarung.

OSI unterscheidet sieben klar voneinander abgegrenzte Kommunikationsschichten: 1. Die Leitungskommunikation; 2. Ebene der Übertragungstechnik; 3. Kontrolle zweier benachbarter Knoten; 4. Kontrolle des Datenflusses; 5. Dialogsteuerung; 6. Aufbereitung der Daten; 7. Anwendungsprotokolle.

IBM erklärte 1986 die Absicht, OSI durch entsprechende Produktentwicklungen zu unterstützen, damit IBM Kunden die Kommunikation mit SNA-unverträglichen Systemen erreichen können. SNA blieb weiterhin die IBM Architektur für Kommunikationssysteme und wurde weiter ausgebaut.

9.8.2 Neue DFV-Produkte.

Steigender Datenfernübertragungsbedarf bei mittleren und großen Unternehmen konnte ab 1983 durch die neue DFV-Steuereinheit IBM **3725** abgedeckt werden. Sie unterstützte schnelle Leitungen und berücksichtigte Netz-Änderungen und Ausbau. Die Wartung wurde effizienter durch einen integrierten Serviceprozessor mit automatischer Fehleraufzeichnung. 1984 folgte die Erweiterung von 3725-2 auf 2 MB Speicher, Anschluß bis zu 80 Leitungen und 4 Kanaladapter, letzteres attraktiv für VM-Kunden, wenn preiswerte Kanalanschlüsse gefragt waren.

Ab 1984 können Nicht-SNA-Geräte auf SNA-Anwendungen des zentralen Rechners zugreifen durch den Leitungskonzentrator und Protokollkonverter IBM **3710**. Dieser ermöglichte u.a. den Anschluß einer Vielzahl von Geräten, die das SDLC-Verfahren, ASCII-Start/Stop Protokoll und/oder das BSC-Verfahren für die Verbindung zum Network Control-Program (NCP) einer DFV Steuereinheit 3705 oder 3725 verwandten. Die Verbindung 3710/3725 erfolgte über SDLC- oder X.25 Protokolle bis 64 kB/s.

Die schon aus dem wissenschaftlichen Bereich für „In house communication“ bekannten Local Area Networks (LAN) wurden mit dem Aufkommen der PC's für deren Vernetzung eingesetzt, liessen sich erheblich flexibler strukturieren und erreichten überdies Übertragungsraten grösser 2 Mbit/s. IBM setzte u.a. auf das Token-Ring-LAN, es arbeitete mit einem definierten Verkabelungssystem, Leitungsverteilern **8228/8230** und Datensteckern (1984).

Als wichtige Komponente für große Informationsnetze wurde die neue DFV-Steuereinheit **3745** in 1988 angekündigt. Sie war in VLSI-CMOS-Technik ausgeführt, der modulare Aufbau bot kostengünstige Lösungsmöglichkeiten für Netzwerkknoten, die hohe Zuverlässigkeit und eine Vielzahl von Verbindungen erforderten. In Verbindung mit der Erweiterungseinheit **3746** konnten bis zu 16 Kanalanschlüsse, 512 Leitungsanschlüsse, 8 Hochgeschwindigkeitsanschlüsse und 8 Token-Ring-Adapter angeschlossen werden. Die IBM 3745 konnte entweder an einen Block-, Byte Multiplex- oder Selektorkanal angeschlossen werden. Die Entfernung zwischen Steuereinheit und Rechner konnte max. 120 m betragen. Mit der 3745 stand eine neue Version des Advanced Communication Function/Network Control Program (ACF/NCP) zur Verfügung, das auch die vormaligen 372X Steuereinheiten unterstützte.

Neue Modelle des Establishment Controllers **3174** kamen 1989 auf den Markt. Der Pufferspeicher hatte bisher 1, jetzt 2 MB, der Diskettenleser nun 2,4 MB. Zusätzlich zu Anwendungen in seinem Zentralrechner konnte der Benutzer über DFV-Verbindungen auf Anwendungen aus bis zu zwei weiteren Zentralrechnern gleichzeitig zugreifen und dabei zwischen bis zu fünf Anwendungen per „Hot key“ umschalten. Im Token-Ring konnte auf Anwendungen über bis zu 8 Gateways zugegriffen werden.

9.9 Branchenspezifische Kommunikationssysteme.

9.9.1 Banken- und Sparkassen-Systeme.

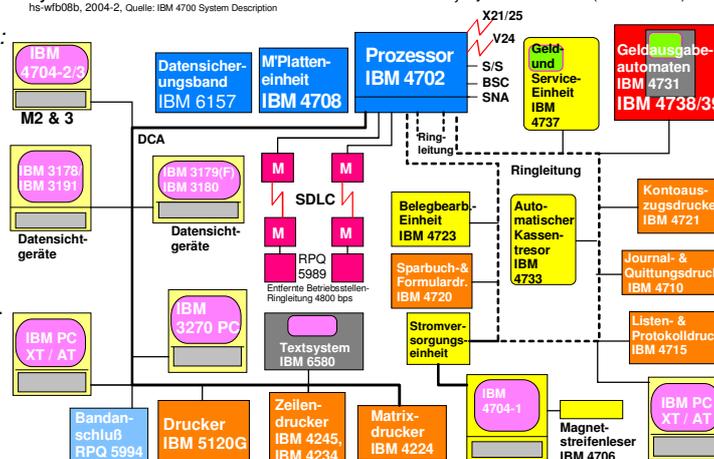
Die Weiterentwicklung des bisherigen Systems 3600 für neue Anwendungen und in neuer Technologie führte zum System IBM 4700 für Unternehmen der Kreditwirtschaft. Es wurde 1981 angekündigt. Über die früheren Möglichkeiten hinaus, konnten jetzt weitere Sachbearbeitungsfunktionen unterstützt werden. Es bestand aus den Steuereinheiten 4701 oder 4702 und der Kommunikations- und Stromversorgungseinheit 4704.

Die Speichergröße, die Anzahl anschließbarer Ringleitungen und Diskettenspeicherkapazität waren modellabhängig. 4701/4702 kommunizierten mit zentralen Rechnern /370, 30XX, 4300 und 8100.

Die Komponenten der Kommunikationseinheit 4704 wurden speziell für Schalteranwendungen und administrative Geschäftsvorfälle bei Banken und Sparkassen entwickelt. Dabei standen Benutzerfreundlichkeit und problemlose Benutzerführung im Vordergrund. Zunächst gab es zwei neue Bildschirme, drei flache Tastaturen, einen Magnetstreifenleser und eine Kode-Tastatur. Geräte wie Kassenautomaten, Kassentresor, Geld- und Serviceeinheit und andere kamen über mehr als ein Jahrzehnt hinzu. Die folgende Graphik zeigt den Stand von 1988.

System für Banken und Kreditinstitute IBM 4700, Systemübersicht (Stand 1988).

hs-wfb08b, 2004-2, Quelle: IBM 4700 System Description



Einheiten angekündigt 1981:

- Steuer-Einh.: 4701/2:
- Kommunikations-E: 4704
- Magnetstreifenleser 4706,
- 1982: Belegbearbeitungs-einheit 4723 und Magn.Platteneinheit 4708
- 1983: Journal- und Quittungsdrucker 4710 und Sparbuch- und Formular-drucker 4720, und jetzt 4702 mit 60 MB Plattensp.

1985: Kassentresor 4733 und PC/XT/AT

1987: Geldausgabeautomat 4731 und Selbstbedienungsdrucker 4721

1988: Informations- und Serviceeinheit 4737

1989: Geldausgabe-Einh. 4738 und 4739.

Mit 4737 konnten Bankkunden außer Kontenstandabfrage und Barabhebung jetzt auch selbst Geldüberweisungen oder Daueraufträge einrichten. Sie steuerten dies durch Antippen bestimmter Felder oder Sinnbilder auf dem Bildschirm und fragten so Börsenstände, Finanzierungsangebote etc. ab. Die 4737-Steuerung besorgte ein integriertes PS/2, programmiert in einer der üblichen PS/2- Programmiersprachen

Vertrauliche Informationen wie die persönliche Geheimzahl (PIN= Personal Identification Number) wurden mit dem Data-Encryption Standard (DES) verschlüsselt.

9.9.2 Handelssysteme.

IBM 4680 war ein programmierbares Einzelhandels-system mit zwei modularen Datenkassen 4683, gesteuert von einem PC AT in spezieller Version*. Es wurde angekündigt 1986. 4683/1 war primäres Kassenterminal, es war über eine Leitungsschleife mit dem PC AT verbunden. Das sekundäre Modell 4683/2 nutzte Prozessor und Hauptspeicher von 4683/1. Insgesamt konnten 64 Kassen 4683/1 an eine Leitungsschleife angeschlossen werden. Neben der Kassensteuerung konnte 4683/1 als Filialrechner Warenwirtschaftsfunktionen übernehmen. Im Multitasking- und Multi-User-Betrieb konnten beide Anwendungen gleichzeitig ausgeführt werden.

Die Kommunikation mit zentralen Rechnern ermöglichten Mehrfachprotokollkarten für die Übertragungsprotokolle BSC oder SDLC.

Ein Kassenprogramm in Basic bot alle wichtigen Verkaufs- und Verwaltungsfunktionen für Einzelhandel, Waren- und Kaufhäuser.

* mit bis zu 3 MB Hauptspeicher, max. 2 Festplatten mit insgesamt 40 MB sowie ein oder zwei Diskettenstationen mit 1,2 MB.

Das neue System 4684 (1989), speziell für kleinere und mittlere Geschäfte mit bis zu sechs Kassen entwickelt, war so konzipiert, daß es sowohl allein als auch im Verbund arbeiten konnte. Dies wurde durch

ein in die Datenkasseneinheit integriertes IBM Personal System/2 erreicht. Gleichzeitig wurden die IBM Handelssysteme durch das neue Barcode-Lesegerät 4686 für den Fachhandel und kleinere SB Märkte ergänzt. Zu dieser Zeit hatte IBM weltweit mehr als 300 000 Datenkassen (Point of Sales-Kassen) installiert.

9.10. Branchenunabhängiges Informationssystem IBM 8100.

Das seit 1978 am Markt befindliche System erfährt 1983 eine Leistungssteigerung von 50% mit den neuen Prozessormodellen B23 und B24. Sie nutzten 32 Bit- und VLSI-Technik, die Hauptspeicher waren mit 512 Kilobyte-Speicherkarten aufgebaut.

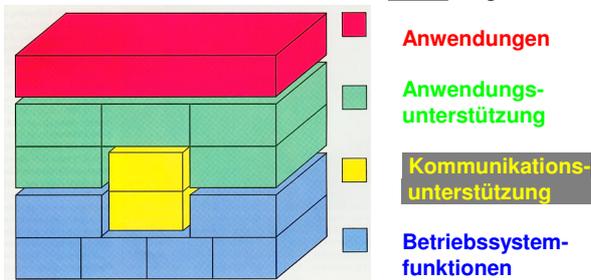
In 1984 wurde die neue Speicher- und Eingabe/Ausgabeeinheit IBM 8192 mit 128 MB oder 256 MB Plattenkapazität angekündigt. Dadurch standen dem Benutzer jetzt max. 1 GB Plattenspeicherkapazität zur Verfügung.

9. 11 Systemnahe Software.

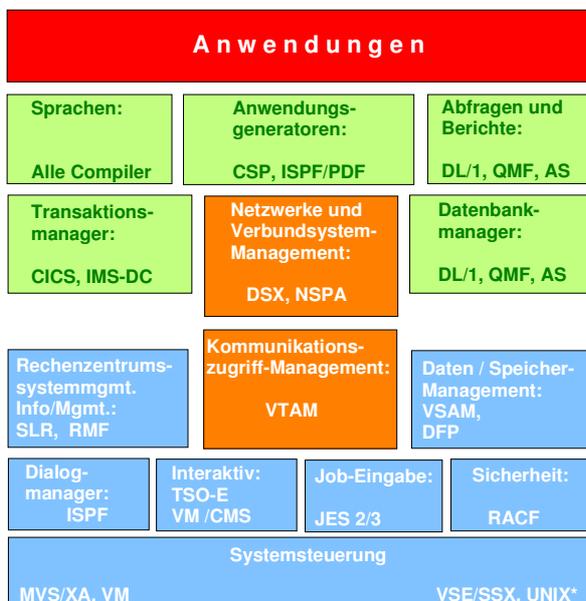
9. 11.1 Das Schichtenmodell.

Die seit S/360 anhaltende Entwicklung der System-, Datenspeicherungs-, Kommunikations- und Anwendungs-Software, ihr teilweises Aufeinanderbauen und ihr jeweiliges Ineinandergreifen, und zusätzlich der Differenzierung nach Architekturen, Entwicklungs- und Anwendungsphasen, führte Anfang der 80er Jahre zur Frage nach *besserer Übersichtlichkeit*. Seit dieser Zeit begann IBM das Schichtenmodell (Layer Concept) zu nutzen, um die Software-Komponenten *besser bestimmten Aufgabenbereichen* zuordnen zu können.

Bei der Konzeption lag der Gedanke des Begriffspaares „Service-Nehmer und Service-Geber“ zugrunde. Per Definition wurden dem **Servicenehmer** zwei Schichten mit den Kennfarben **Rot/Grün**, dem **Servicegeber** ebenso zwei Schichten mit den Kennfarben **Blau/Gelb** zugeordnet.



Dieses Schichtenmodell, z.B. angewandt auf die um 1985 angebotenen IBM Software-Produkte ergaben damals folgendes Realbild:



Es ist anzumerken, dass sich bei aller Klarheit dieser Schichtenelemente-Darstellung, das teilweise komplexe Ineinandergreifen der Schichtenelemente selbst, nicht erkennen lässt.

9. 11.2 System-Anwendungs-Architektur (SAA).

Unterschiedliche Anwendungssoftware für die unterschiedlichen Systemarchitekturen, aber oft für gleiche Anwendungen, sowie unterschiedliche Benutzerumgebungen und unterschiedliche Kommunikationselemente forderten Mitte der 1980er Jahre ein Konzept für eine einheitliche System-Anwendungs-Architektur (SAA) mit dem Ziel, *einheitlicher Anwendungs-, Benutzer-, und Kommunikations-Unterstützung*. Dies kummulierte 1987 zur Ankündigung des umfassenden Rahmenwerkes **SAA** für einen diesbezüglichen Brückenschlag zwischen den vier IBM Systemarchitekturen Großsysteme, Mittlere Systeme, S/3x-AS/400-Systeme und PS/2-CICS. Letztere sollten aus der *Sicht des Anwenders* gleich erscheinen und es sollten damit

- *Portierbare Anwendungen,*
- *Verbundverarbeitung mit kooperativen und verteilten Programmen sowie*
- *Verteilte Daten auf miteinander verbundenen Systemen* ermöglicht werden.

Es sollten Programme geschrieben werden können, ohne auf die Architektur des Systems Rücksicht nehmen zu müssen und es sollte dann nur noch *ein nach SAA-Spezifikationen geschriebenes Quellenprogramm* geben, das mit den Compilern der Architekturen zu Maschinenprogrammen führen sollte. Mittels SAA sollten Anwendungen, die auf einem dedizierten Hardware-System entwickelt wurden, mit minimalem Aufwand in eine andere Systemumgebung übertragen werden können.

Zur Anwendungsunterstützung gehören einheitliche Werkzeuge, wie Programmiersprachen, Prozedursprachen, Anwendungsgenerator, relationale Datenbankabfragen, Abfragen mit Berichterstellung, Dialog-, Präsentations- und Kommunikationsdienste. Die SAA Spezifikationen für die einheitliche Anwendungsunterstützung wurden in zwei Kategorien aufgeteilt:

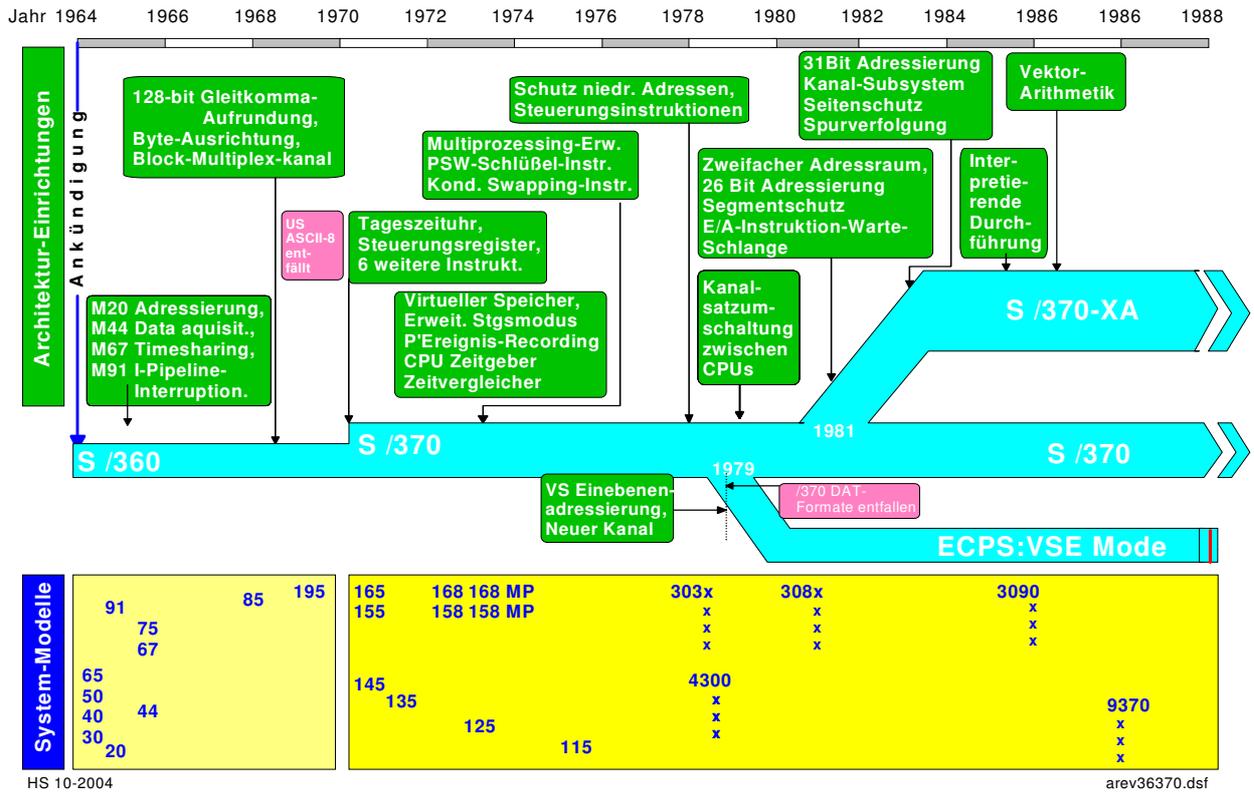
- 1. Sprachen**, wie z.B. **Anwendungsgenerator** (Cross System Product= CSP), C, COBOL, FORTRAN, RPG, Prozedur-Sprache **REXX*** und PL/I
- 2. Schnittstellen** für Dialog (DI), Präsentation (PI), Datenbanken (DBI), Abfragen (QI) und Kommunikation (CI). Dabei steht **I** für Interface.

Mit dem Anwendungsgenerator wurde die 4. Programmiersprachengeneration erreicht: 1990 bestand Programmieren darin, aus etwa 125 vorgefertigten Programmroutinen interaktiv die für die gewünschte Anwendung geeigneten zu selektieren und zu einem Anwendungsprogramm zusammenzufügen.

So entstanden portable Anwendungsprogramme zwischen IBM S/370-/S/390-Systemen, IBM 8100, IBM AS/400, IBM PS/2 und IBM PC.

* **REXX**= Restructured Extended Executor), eine Prozedursprache zum Schreiben von CMS EXEC's. Es ist eine Erweiterung der Sprachen EXEC und EXEC2 mit mehr Befehlen und der Ermöglichung strukturierten Programmierens.

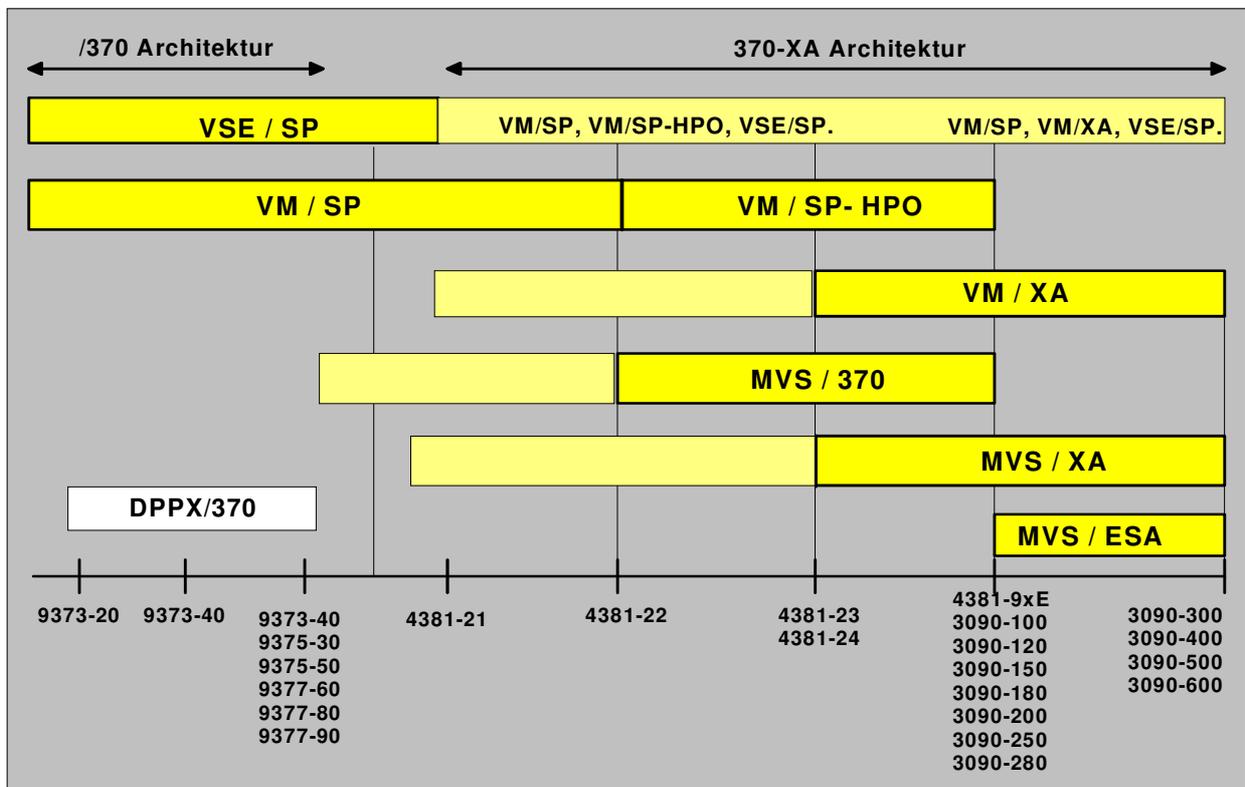
9. 12.1 Evolution der Architektur S/360-S/370



HS 10-2004

arev36370.ds

9. 12.2 Betriebssysteme für große und mittlere IBM Systeme, Stand 1990



VM/SP = Virtual Machine System Product, HPO = High Performance Option

E9cps.ds

9. 13.1 Prozessoren-Modelle 308x und 3090, Leistungsparameter

Ankündigung Jahr Tag Mon.	Modell	Prozessoren, Anzahl	Zentral- speicher MB	Erweiterungs- ungsspeicher MB	Puffer- speicher KB	Prozessor- zyklus ns	Leistung MIPS
308x Modelle:							
1980 12 11	3081 D	2	16 - 32	-	2*32	26	10,2
1981 21 10	3081 K	2	16 - 64	-	2*64	26	14,4
1982 31 03	3083 E	1	8 - 32	-	16	26	4
	3083 B	1	8 - 32	-	32	26	6
03 09	3083 J	1	8 - 32	-	64	26	8
	3081 G	2	6 - 64	-	2*32	26	11,2
1984 23 02	3084 Q	2 + 2	32 - 128	-	4*64	26	27
	3083 EX	1	8 - 32	-	16	24	4,2
	3083 BX	1	8 - 32	-	32	24	6,4
	3083 JX	1	8 - 32	-	64	24	8,5
	3083 GX	2	16 - 32	-	2*32	24	12,1
	3083 KX	2	16 - 32	-	2*64	24	15,8
	3083 QX	2 + 2	32 - 128	-	4*64	24	29,4
25 10	3083 CX	1	8 - 32	-	16	24	3

Alle obigen Modelle haben Adressumsetzungsspeicher für 128 Einträge. Der Zentralspeicher hat 8 Byte Zugriffsbreite, ist 2 / 4 fach verschränkt und hat eine Zykluszeit von 312 ns sowie Single Bit Error Correction und Double Bit Error Detection.

3090 Modelle:								
1985 12 02	200	2	64	0 - 256	2*64	18,5	28	
	400	2 + 2	128	0 - 512	4*64	18,5	52	
1986 11 02	150	1	32 - 64	---	64	18,5	10	
	180	1	32 - 64	0 - 256	64	18,5	15	
1987 26 01	150 E	1	32 - 64	0 - 128	64	17,2	11	
	180 E	1	32 - 64	0 - 256	64	17,2	17	
	200 E	2	64 - 128	0 - 1024	2*64	17,2	32	
	300 E	3	64 - 128	0 - 1024	3*64	17,2	47	
	400 E	2 + 2	128 - 256	0 - 2048	4*64	17,2	58	
	600 E	3 + 3	128 - 256	0 - 2048	6*64	17,2	78	
	120 E	1	32	0 - 186	64	17,2	8	
1988 15 02	280 E	1 + 1	64 - 128	0 - 512	2*64	17,2	31	
	500 E	3 + 2	128 - 256	0 - 2048	5*64	17,2	70	
26 07	120 S	1	32 - 64	0 - 256	64	15	8	
	150 S	1	32 - 64	0 - 256	64	15	13	
	170 S	1	32 - 64	0 - 256	64	15	16	
	180 S	1	32 - 128	0 - 256	64	15	22	
	280 S	1 + 1	64 - 256	0 - 512	2*64	15	40	
	200 S	2	64 - 256	0 - 1024	2*64	15	41	
	380 S	3	128 - 512	0 - 1280	3*64	15	57	
	300 S	3	64 - 256	0 - 1024	3*64	15	60	
	400 S	2 + 2	128 - 512	0 - 2048	4*64	15	74	
	500 S	3 + 2	128 - 512	0 - 2048	5*64	15	90	
	600 S	3 + 3	128 - 512	0 - 2048	6*64	15	105	
	250 S	1 + 1	64 - 128	0 - 512	2*64	15	23	
	1989 07 02 24 10	100 S	1	32 - 64	0 - 256	64	15	6
		110 J	1	32 - 64	0 - 256	64	14,5	8
120 J		1	32 - 64	0 - 256	64	14,5	10	
150 J		1	32 - 64	0 - 256	64	14,5	14	
170 J		1	32 - 128	0 - 256	64	14,5	17	
180 J		1	32 - 128	0 - 256	64	14,5	24	
250 J		1 + 1	64 - 128	0 - 512	2*64	14,5	25	
280 J		1 + 1	64 - 256	0 - 512	2*64	14,5	45	
200 J		2	64 - 256	0 - 2048	2*64	14,5	46	
380 J		2 + 1	128 - 512	0 - 2304	3*64	14,5	66	
300 J		3	64 - 256	0 - 2048	2*64	14,5	67	
400 J		2 + 2	128 - 512	0 - 4096	4*64	14,5	86	
500 J		3 + 2	128 - 512	0 - 4096	5*64	14,5	106	
600 J		3 + 3	128 - 512	0 - 4096	6*64	14,5	124	

Alle obigen Modelle haben Zentralspeicher mit Single Bit Error Correction und Double Bit Error Detection.
Die Erweiterungsspeicher haben Double Bit Error Correction und Triple Bit Error Detection

9. 13.2 Prozessoren-Modelle 4300 und 9370, Leistungsparameter.

Ankündigung Jahr Monat	Typ und Modell	Prozessor-Daten Zyklus		Hauptspeicher			Cache		Erweit.- Speicher	Gesamt-datenrate	Leistung
		Bytes	ns	Größe MB	Busbreite Bytes	Zykluszeit μ s	Größe KB	Zykluszeit ns			
4300 Modelle:											
1979 Januar	4331-1	4	300/1600	0,5-1	4	0,9r*/1,3w	--	--	-		0,2
	4341-1	8	150/300	2-4	8	2,4	8	225	-		0,8
1980 Mai	4331-2	4	200/1600	1-4	4	2,6r*/3,1w	8	200	-		0,4
	4341-2	8	120/240	2-8	16	1,44	16	120r*/180w	-		1,3
1981 Nov	4321	4		1	4		----	-----	-		0,2
	4331-11	4	200/200	1-2	4		4	200r*/200w	-		0,3
1982 Nov	4341-10	8	150/300	2-4	8		4	225r*/225w	-		0,6
	4341-11	8	120/240	2-8	8		8	120r*/180w	-		1,0
	4341-9	8	150/300	1-4	8		2	225r*/225w	-		0,5
	4341-12	8	115/230	2-16	16		16	115r*/173w	-		1,5
.....											
1983 Sep	4361-4	8	100	2-12	8	1,9r*/2,2w	8	100	-		0,9
	4361-5	8	100	2-12	8	1,9r*/2,2w	16	100	-		1,3
1984 Sep	4361-3	4	66	2-4	4	2,6r*/3,6w	8	--	-		0,4
.....											
1983 Sep	4381-1	8	68	4-16	8		8		-	22	2,0
	4381-2	8	68	4-16	8		32		-	22	3,0
1984 Okt	4381-3**	8	68	8-32	8		32*2		-	22	4,9
1986 Feb	4381-11	8	68	4-16	8		4		-	22	1,5
	4381-12	8	68	8-32	8		32		-	24	3,0
	4381-13	8	56	8-32	8		64		-	30	4,0
	4381-14**	8	56	16-32	8		64*2		-	36	7,0
1987 Mai	4381-21	8	68	8-16	8		8		-	24	2,0
	4381-22	8	68	16-32	8		32		-	24	3,1
	4381-23	8	52	16-64	8		64		-	32	5,1
	4381-24**	8	52	16-64	8		64*2		-	60	9,0
1988 Feb	4381-90E**	8	56	16-32	8		64		16-32	30	4,0
	4381-91E	8	52	16-64	8		64		16-32	32	5,1
	4381-92E**	8	52	16-64	8		64*2		16-32	60	9,0

** Dualprozessorsystem

*r= read, w= write

9. 10.3 Prozessoren- Modelle 9370, Leistungsparameter.

Ankündigung Jahr	Typ und Modell	Hauptspeicher Größe MB	Interne Kanäle Anzahl	E/A-Steckplätze, Anzahl	Gesamt-Datenrate MB/s	BMX-Kanäle Anzahl	Pl./Band-Anschl. Anzahl	Plattenkapazität* GB	Leistung MIPS	
1986	9370	9373-20	4 / 8 / 16	1	7	5,5	1	2	6,5	0,5
	9375-40	8 / 16	4	17 - 44	22	2	4	13,1	0,5	
	9377-60	8 / 16	4	17 - 44	22	2	4	13,2	1,1	
	9377-90	8 / 16	2 - 6	10 -108	39,5	12	12	39,5	2,3	
1988 ES/9370	9373-30	8 / 16	2	9 - 36	11	2	4	13,1	1,1	
	9375-50	8 / 16	2 - 4	8 - 96	22	4	8	26,3	1,3	
	9375-80	8 / 16	2 - 4	10 - 98	26	4 / 8 / 12	8	26,3	1,8	
1989	9373-25	4 / 8 / 16	2	9 - 39	11		4	13,1	0,9	
1990 ES/9370 Kompakt- Modelle	9371-10	4 / 8 / 16	1	3			1	1,77	1,0	
	9371-12	4 / 8 / 16	2	10			1	1,77	1,0	
	9371-14	4 / 8 / 16	2	3			1	1,77	1,0	

mit den Maßen: Höhe 0,65 m, Breite 0,34 m, Tiefe 0,65 m

* Plattenspeicher integriert im System-Gestell.

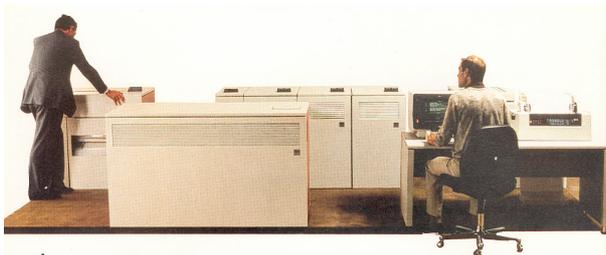
9.14 Bildteil, 1. Seite



Großrechner **IBM 3081** (1980), Prozessoreinheit 3081, Prozessorsteuereinheit 3082, 2 Kühleinheiten 3087, Netzfrequenzwandler 3089, Systemsteuerkonsole 3279 mit Steuereinheit 3274.



Großrechner Multiprozessor-Komplex **IBM 3084** (1982). Prozessoreinheit 3084, Prozessorsteuereinheit 3082, 2 Kühleinheiten 3087, Netzfrequenzwandler 3089, Datensichtgeräte 3278 und weitere der System-Steuerkonsole.



Mittlerer Rechner **IBM 4361** (1983). Im Vordergrund der Rechner in Truhenform, links hinten der Drucker, rechts davon drei Plattenspeichereinheiten und weiter rechts die Operatorkonsole mit Protokolldrucker. IBM Entwicklungslabor Böblingen



Mittlerer Rechner **IBM 9370-M90** (1986). Die Zentrale Recheneinheit rechts, Mitte: periphere Speicher Platte/Band. Rahmen-Bauweise. Ganz links die Operatorkonsole. Entwicklungslabor Böblingen.



Plattenspeicher **IBM 3390** (1989)



Graphiksystem **IBM 6090** (1989), 23" Farbbildschirm 6091



Magnetband-Subsystem **IBM 3480** (1984). Im Vordergrund links die Steuereinheit mit vier Doppelkassetteneinheiten. Im Hintergrund: die bisherigen Einheiten mit Bandspulen, die Stellfläche wurde habbiert.

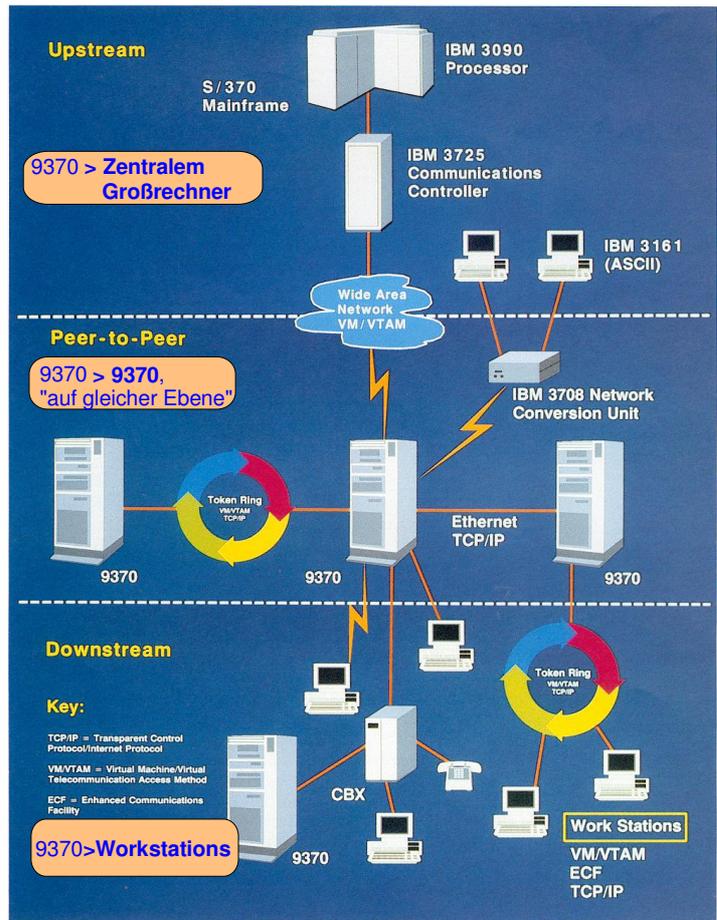
Links: die bisherige Bandspule, darauf liegend eine neue Bandkassette (1984), sie faßt 200 Millionen Zeichen.



Automatischer Kassettelader, optional zu 3480 (1986). Auf Systemanforderung wurde eine Bandkassette in 4 Sekunden geladen.

9. 14 Bildteil-Fortsetzung

Systemkommunikation am Beispiel IBM 9370 (1990):



9. 15 Quellennachweise

IBM Schrifttum

- IBM 4300 Processors, Principles of Operation for ECPS/VSE-Mode, GA22-7070, 1978
- ECPS:VSE Mode, Principles of Operation, Form GA22-7070, 1980
- IBM Database 2, an Overview, IBM Systems Journal Vol. 23, No. 2, 1984
- A.M. Patel: AXP Code for a high-density magnetic tape system. IBM Journal of R&D, Vol. 29, Nb. 6, Nov., 1985
- Das IBM System /88, IBM Marketing Information 1987-5
- IBM S/88 IFTS, IBM Marketing Information 1987-38
- System Application Architecture, An Overview, 1988, Form GC26-4341-3
- Prozessorfamilie IBM 3090, Referenzkarte, ZM 12-5027-2, 10/1989
- Lokale Netze mit IBM Systemen, Form GM12-5021-4, 1991
- IBM System Selection Guide: S/88, 1992-1
- Die Prozessorfamilie IBM ES/9000, Produktübersicht, GF 12-1718-7, 4/1994
- Logische Partitionierung, Form ZM12-5011-2, IBM Deutschland

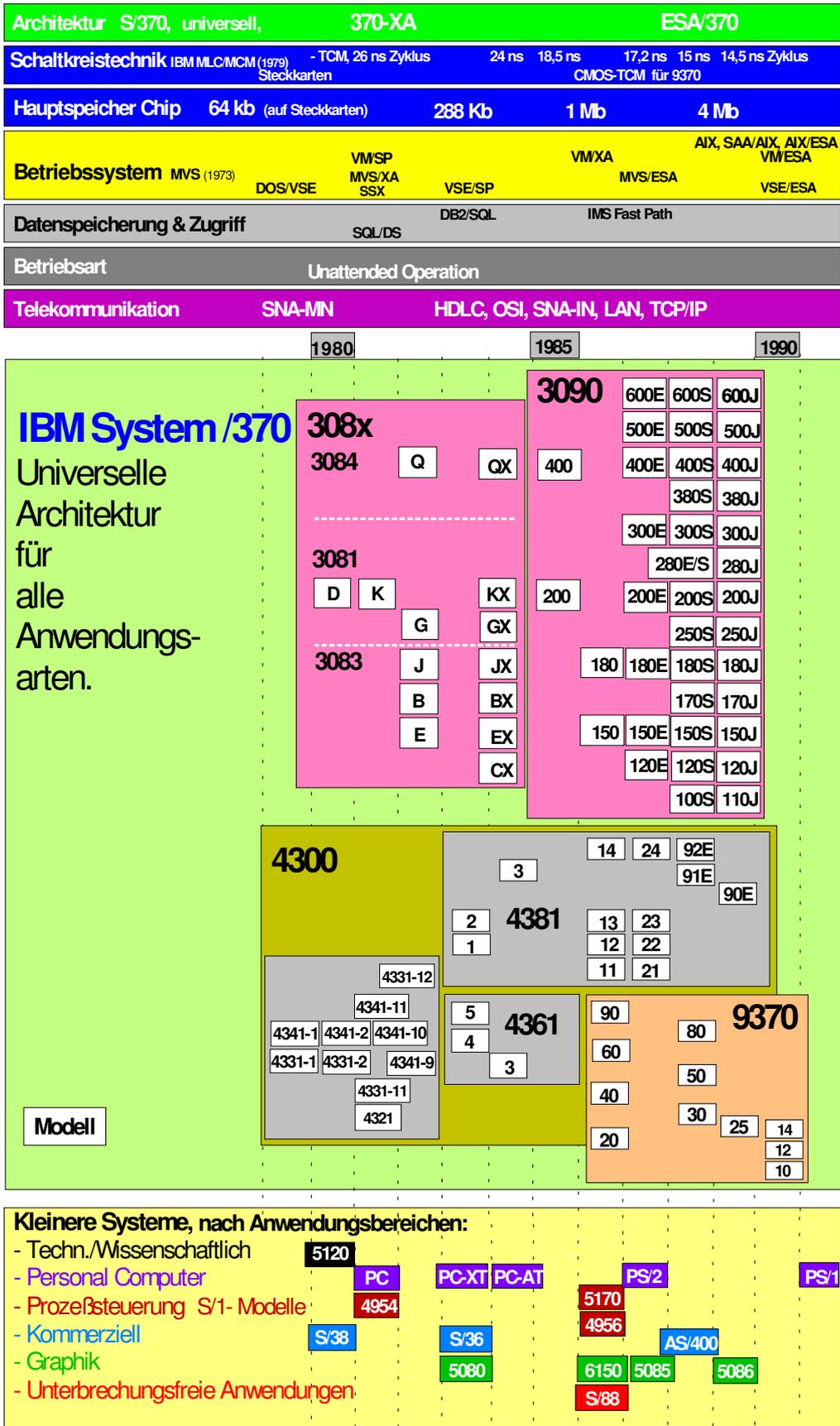
Bildnachweise, in der Abfolge der Seiten:

- 9. 2.1 308x-TCM: Innovations in IBM Computer Technology, Form G505-0071-00, 1987
- 9. 3.7 4361 in vertik. Systemstruktur; Graphik des Autors auf der Basis: „The Workstation Computer“, Form G580-0642, 1984
- 9. 6.2 Endgeräte, Arbeitsplatz und Funktionsumfang Stand 1984, Zwei Graphiken des Autors
- 9. 9.1 EDV in Banken und Sparkassen, Graphik des Autors basierend auf IBM 4700 System Description, 1988
- 9.11.1 Schichtenmodell: a) Marketing Information 15. 9., 1987, b) Graphik des Autors
- 9.12.1 Evolution S/360 und /370 Architektur und Betriebssystem, 1990:
Beides Graphiken des Autors, Quellen: basierend auf relevanten IBM Unterlagen.
- 9. 14 Systemkommunikation am Beispiel IBM 9370: IBM 9370 Information System, Form SA24-4116, 1987

Fachliteratur:

- C.J. Date: An Introduction to Database Systems, Addison-Wesley Publishing Company, 1975,
- Dr. T. Lutz: Datenbanken, Praxis, Methoden und Mathematische Darstellung, SRA Stuttgart, 1976
- Dr. H.R. Schwermer: The ECPS/VSE Mode for the IBM 4300 Processors, IEEE COMPCON, Digest of Papers, Spring 1980
- Prof. Dr. A. Endres: Die IBM Laboratorien Böblingen: System-Software-Entwicklung, Eigenverlag, 2001.

9.16 Systemcharakteristiken, Überblick



xbsstre99.dsf

Epoche 10

Öffnung für heterogene Systemplattformen und Netze durch IBM System /390, RS/6000 und AS/400

Einbeziehung aller Unternehmensbereiche, funktional, in lokaler, nationaler, internationaler und globaler Umgebung.

Die rasch voranschreitende Entwicklung der Datenverarbeitung und die zunehmende Nachfrage nach Anwendungslösungen haben dazu geführt, dass in vielen Unternehmen neben der zentralen Informationsverarbeitung die unterschiedlichsten Systemlösungen eingeführt wurden. Mit Client/Server-Konzepten, intelligenten Terminals, PC's, die an lokale Server angeschlossen sind und mit speziellen Softwarelösungen ließen sich Anwendungsanforderungen, wenn auch häufig unkontrolliert, so doch kostengünstig und rasch realisieren.

Die typische IT-Struktur zu Beginn der neunziger Jahre ist in Folge dessen geprägt durch ein Nebeneinander bisheriger zentraler Informationssysteme und neuer, meist unabhängiger Anwendungen, die auf unterschiedlichen Plattformen implementiert waren. Die Palette der eingesetzten Systeme umfasst verschiedenartige Architekturen, Netzstrukturen, Netzprotokolle und Betriebssysteme.

Das vielfältige Angebot dieser kostengünstigen und einfach zu installierenden Systemlösungen führte in der Fachwelt zu intensiven Diskussionen, die unter dem Schlagwort „Downsizing“ solche dezentralen Konzepte propagierten und das Ende der großen Mainframes, „der überholten Dinosaurier“, prophezeiten.

Dabei wurde aber außer Acht gelassen, dass den Vorteilen dieser dezentralisierten Konzepte auch schwerwiegende Nachteile gegenüber stehen. Eine Einbindung in das zentrale Informationssystem mit Zugang zu Unternehmensdaten ist schwierig oder nicht gegeben, der Service für Systemmanagement, Workloadmanagement, Netzmanagement, Datenmanagement und letztlich die Sicherheit und die Integrität der Daten ist nicht gewährleistet.

Die Vorteile beider Konzepte können nur dann kombiniert werden, wenn die dezentralen Lösungen, z.B. Client/Server-Strukturen auf UNIX-Basis, in die zentralen Systemkonzepte eingebunden werden. Solche Strukturen umfassen Soft- und Hardwareprodukte verschiedener Hersteller mit unterschiedlichen Kommunikationsprotokollen. Um zu erreichen, dass Anwendungen dabei portierbar (Portability) und verträglich (Compatibility) sind und mit anderen Plattformen zusammenarbeiten können (Interoperability) wurden von verschiedenen Gremien Standards geschaffen für Anwendungsschnittstellen, Datenformate und Netzprotokolle.

Die IBM veröffentlichte 1994 die Entscheidung, das System /390 zum "Offenen System" zu erweitern. Damit wurde der seit einigen Jahren bereits schrittweise erfolgten Öffnung ein fester Rahmen und eine strategische Orientierung gegeben. Mit zusätzlichen Hardware-Funktionen und Erweiterungen der Betriebssysteme wurden die Standards für offene Systeme unterstützt. Damit standen die umfangreichen und leistungsstarken System/390-Steuerungsfunktionen einheitlich der ganzen IT-Struktur zur Verfügung. Dies schuf die Grundlage für unternehmensweite Systemkonzeptionen mit systemübergreifenden Anwendungskonzepten.

Für UNIX-Anwendungen gab es die direkte Unterstützung durch das Betriebssystem AIX (Advanced Interactive Executive), Erstankündigung 1989, das auf unterschiedlichen IBM Plattformen, vom PC bis zu S/370 und S/390 zur Verfügung stand, sowie dem 1990 angekündigten IBM System RS/6000.

Die im kommerziellen Bereich genutzten Kleinsysteme der '70er/ '80er Jahren arbeiteten meist für lokale Anwendungen, DFV war möglich, doch Anbindungen an größere Systeme waren eher die Ausnahme. AS/400 änderte dies grundlegend, Anbindung war Teil der Konzeption, dadurch wurde Potenzial für neue Anwendungen geschaffen. Technologische Fortschritte und Marktakzeptanz zusammen führten zu beispielhafter Entwicklung dieser Produktlinie über Jahre hinweg. Der IBM PC-Standard brachte in den 1990er Jahren noch leistungsfähigere PCs, wirklich mobile Laptops, beide für den eigenständigen und / oder netzeingebundenen Betrieb.

Inhalt	E 10 Seite
10. 0 Einleitung und Inhalt	1 und 2
10. 1 IBM System/390	3
10. 1.1 Enterprise Systems Architecture - ESA/390	
1. Sysplex	
2. ESCON	
3. Verschlüsselungsarchitektur	4
4. Ausgewählte Funktionen von ESA/390	
10. 1.2 Prozessorfamilie IBM ES/9000	
10. 1.2.1 IBM 9021	
10. 1.2.2 IBM 9121	5
10. 1.2.3 IBM 9221	
10. 1.3 Parallele Enterprise Server	
10. 1.3.1 Parallel Transaction Server und Parallel Query Server	
10. 1.3.2 R- und G-Modelle	6
10. 1.4 Multiprise 2000 und 3000	
10. 1.5 Eingangssysteme	7
10. 2 Open System	
10. 3 Periphere Datenspeicher	
10. 3.1 Magnetplattenspeicher	
10. 3.1.1 IBM 3390 Modelle 3 und 9	
10. 3.1.2 Speichersubsystem 9340	8
10. 3.1.3 RAMAC Array Familie	
10. 3.1.4 RAMAC Virtual Array (RVA)	
10. 3.1.5 RAMAC Skalierbare Array (RSA)	
10. 3.1.6 Enterprise Storage Server (ESS)	
10. 3.2 Optisches Plattenarchivsystem 3995	
10. 3.3 Magnetbandnutzung in den 90er Jahren	9
10. 3.3.1 Magnetbandsystem 3490 und 3490E	
10. 3.3.2 Kassettenarchivsystem 3495	
10. 3.3.3 Kassettenarchivsystem 3494	
10. 3.3.4 MAGSTAR Bandsystem 3590	
10. 4 Drucker	10
10. 5.1 Netzwerklösungen, Beispiel.	11
10. 5.2 S/390 Open System Adapter	
10. 6 S/390 System-Leistungsparameter	12
10. 7 Systeme RS/6000, AS/400 und PCs	13
10.7.1 Systemfamilie RS/6000	
10.7.2 Systemfamilie AS/400	14
10.7.3 Personal Computer Familien	15
10.8.1 Abbildungsteil /390 Systeme	16
10.8.2 Abbildungsteil Peripherie, RS/6000 und AS/400	17
10.8.3 Abbildungsteil Drucker und Drucker-Subsysteme	18
10.8.4 Abbildungsteil Personal Computer Familien	19
10.8.5 Quellennachweise	20
10.9.1 Systemcharakteristiken, Überblick 1990 -1994	21
10.9.2 Systemcharakteristiken, Überblick 1994 -1999	22

10. 1 IBM System/390

1990 wurde das IBM System/390 angekündigt, ein umfassendes Gesamtkonzept bestehend aus einer erweiterten Architektur (ESA/390), einer neuen Systemfamilie zentraler Rechner (IBM ES/9000), neuen Versionen der Betriebssysteme und systemnaher Softwareprodukte. Es war konzipiert für die Weiterentwicklung der IT-Strukturen und die Anpassung an die Aufgaben und Zielsetzungen der neunziger Jahre.

10. 1.1 Enterprise Systems Architecture - ESA/390. Mit der Architekturweiterung ESA/390 wurden wichtige neue Funktionen bereitgestellt. ESA/390 bot aber auch die strategische Orientierung für den Ausbau der IT im kommenden Jahrzehnt. Wesentliche Elemente der Architekturweiterung:

1. Sysplex und Parallel-Sysplex. Schon beim IBM System /360 (mit MVT und ASP (Attached Support Processor)) und /370 (mit MVS und JES3 (Job Entry Subsystem)) konnten mehrere Systeme so zusammengeschlossen werden, dass die Jobein- und -ausgabe gemeinsam für den ganzen Komplex erfolgte. Dieser zeigte damit, in gewissem Umfang, das Verhalten eines einzelnen Systems. Mit Sysplex (**System complex**) wurde nun ein wesentlich erweitertes Konzept *für den Zusammenschluss von bis zu 8 MVS-Systemen unter einer gemeinsamen Steuerung* eingeführt. Diese gemeinsame Steuerung wurde verwirklicht durch Hardware-Einrichtungen und die Software-Funktion XCF (Cross System Coupling Facility). Eine einheitliche Zeitreferenz für den gesamten Verbund wurde durch den speziellen Sysplex Timer IBM 9037 hergestellt. Ein Sysplex realisierte damit einen weitgehenden „**Single System View**“ eines komplexen Verbunds, mit hoher Automatisierung und Selbststeuerung. Weitere Systeme lassen sich ohne wesentlichen Umstellungsaufwand einfügen, der Ausfall eines Subsystems (wie z. B. CICS/ESA) kann erkannt und ein automatischer Wiederanlauf eingeleitet werden.

1994 wurde zusammen mit der Ankündigung der Parallelen Enterprise Server dieses Konzept zum **Parallel-Sysplex** erweitert, dessen Funktionen weit über die des Sysplex hinausgehen. Ein Parallel-Sysplex besteht aus *bis zu 32 MVS-Systemen*. Im Gegensatz zum Sysplex waren die Systeme nicht mehr direkt miteinander verbunden, sondern alle über Hochgeschwindigkeitsleitungen mit einer gemeinsamen Steuerungsfunktion und einer oder mehrerer Coupling Facilities. Die Coupling Facility war ein eigenständiges System, eine IBM 9674-C0x, oder in einer Logischen Partition (LPAR) eines angeschlossenen Systems realisiert. Sie enthielt alle Informationen für den gemeinsamen

Datenzugriff durch alle angeschlossenen Systeme - der beim Sysplex noch nicht möglich war - und für den Lastausgleich. Dieser wurde durch den Workload Manager, eine neue Komponente des MVS, bewerkstelligt.

Mit dem gemeinsamen Zugriff aller Systeme auf die Daten wurde das neue Konzept des **Data Sharing** realisiert. *Es ermöglicht den Zugriff über verschiedene MVS-Systeme auf eine gemeinsame Datenbasis.* Die Integrität der Daten wird dabei durch die Coupling Facility und neue Software-Funktionen, wie Record Level Sharing in VSAM sichergestellt. Data Sharing ist die Basis für den Einsatz von Subsystemen, wie CICS. Damit kann die das Wachstum behindernde Notwendigkeit, Anwendungen und Datenbanken aufzuteilen, vermieden werden. Eine Verbindung zwischen den Servern und der Coupling Facility erfolgt über spezielle Hochleistungsverbindungen (**Coupling Links**). Installations- und einsatzabhängig können unterschiedliche Übertragungsraten (bis **100 MB/s**) und Entfernungen bis 40 km (in einem geographisch verteilten Parallel Sysplex) konfiguriert werden.

Vorteile des Parallel Sysplex

- Praktisch unbegrenztes Wachstum von 1 - 384 Prozessoren (mit G6)
- Dynamischer Lastausgleich über alle Server, ermöglicht durch das umfassende Data Sharing.
- Nahezu kontinuierliche Verfügbarkeit über geplante und ungeplante Ausfälle, durch Vermeidung eines „Single Point of Failure“ bei geeigneter Auslegung.

2. ESCON

(Enterprise Systems Connection Architecture). Mit der neuen Kanalverbindungs-Architektur ESCON wurden Beschränkungen für den Ausbau der Rechenzentrumsorganisationen aufgehoben, die sich aus der maximal möglichen Datenrate von 4,5 MB/s und der maximalen Entfernung von 122 m zwischen Prozessor und Steuereinheit oder zwischen zwei Prozessoren bei den bisherigen Kanälen ergaben. Die ESCON Architektur wurde hauptsächlich bestimmt durch

- Verwendung von Lichtleiterkabeln. Dünne, leicht zu verlegende Lichtleiterkabel statt der schweren, unhandlichen, mehradrigen Kupferkabel.
- Neues Kanalprotokoll (mit serieller statt der bisherigen parallelen Datenübertragung).
- Neue Topologie für die Verkabelung. Die feste Zuordnung von Datenpfaden und Kanälen entfällt. Das ermöglicht eine flexiblere *Konfiguration* der Peripherie, mit geringeren Ausfallzeiten und höherem Durchsatz.

ESCON bot anfänglich eine Übertragungsrate von 10 MB/s und eine maximale Entfernung von 3 km,

bzw. 9 km bei Verwendung von zwei zusätzlichen Verbindungseinheiten. Durch Erweiterungen erhöhten sich die Übertragungsrate auf 17 MB/s und die Entfernung auf 20 bzw. 43 km.

1998 wurde mit **FICON**, Fibre Channel Connection, eine Weiterentwicklung von ESCON, eingeführt. Dieser neue Kanal mit hoher Bandbreite, erreichte unter Verwendung der vorhandenen Lichtleiterkabel eine Datenrate von 100 MB/s, bei einer Entfernung bis zu 10 km und bis 43 km mit einer Verbindungseinheit. Über einen FICON-Kanal konnten bis zu 4000 E/A-Operationen pro Sekunde durchgeführt werden, achtmal so viel wie bei einem ESCON-Kanal.

3. Verschlüsselungsarchitektur

(IBM Common Cryptographic Architecture). Die Verschlüsselungsarchitektur war der Rahmen für die Verwirklichung umfassender Sicherheitskonzepte. Die großen Modelle der ES/9000 konnten mit einer Verschlüsselungseinrichtung ausgerüstet werden, die als separater Spezialprozessor in einem TCM implementiert war. Der hohe Rechenaufwand für die Verschlüsselung liess sich damit stark reduzieren, abhängig von der Modellgröße konnten bis zu 1000 IMS Fast Path Transaktionen pro Sekunde bearbeitet werden (Stand 1990). Zusammen mit ergänzenden und unterstützenden SW-Produkten wie **ICRF/MVS** (Integrated Cryptographic Service Facility) und **RACF** (Ressource Access Control Facility) liessen sich damit Sicherheitslösungen für hohe Datenvolumen realisieren.

Für die Parallelen Enterprise Server wurde mit dem Integrated Cryptographic Feature (ICRF, einer Zusatzeinrichtung in G3 und Standard ab G4) eine Weiterentwicklung eingeführt. ICRF bestand aus zwei kryptographischen Coprozessoren, jeder in einem Chip implementiert auf dem MCM untergebracht. Die Verschlüsselung folgte dem von IBM in den Siebziger Jahren eingeführten Verschlüsselungsstandard DES (Data Encryption Standard). Diese integrierte Verschlüsselungslösung hat 1999 als erste die höchste Zertifizierung der US Regierung erhalten.

4. Ausgewählte Funktionen von ESA/390

- Datenkomprimierung

Die letzten Modellreihen der ES/9000 enthielten eine Hardwareeinrichtung zur Datenkomprimierung. Im Zusammenspiel mit Softwarefunktionen in den Subsystemen konnte durch die Speicherung und Übertragung komprimierter Daten Speicherplatz eingespart, die Übertragungszeiten reduziert und die Verarbeitungsleistung erhöht werden.

- Asynchronous Data Mover Facility (ADMF)

Übertragung von Seiten zwischen Zentral- und Er-

weiterungsspeicher weitgehend ohne Belastung des Prozessors.

- Subsystem Storage Protection

Absicherung der CICS-Nukleus gegen Fehler in den CICS-Anwendungen

- **DB2 Sort Erweiterungen**. Hardware-Implementierung von Sortier-Algorithmen.

10. 1.2 Prozessorfamilie IBM ES/9000

Die Prozessorfamilie IBM ES/9000 deckte mit einer einheitlichen Konzeption das gesamte Leistungsspektrum zentraler Systeme ab, und ersetzte mit drei Systemreihen IBM 9021, IBM 9121 und IBM 9221, die seitherigen Prozessorfamilien IBM 3090, IBM 4300 und IBM 9370. Die verschiedenen Modelle einer Reihe basierten auf dem jeweiligen Uniprozessor, mit darauf aufgebauten Mehrfach- und symmetrischen Multiprozessoren und eines oder mehrerer Subunis (dies steht für leistungsreduzierte Uniprozessoren). Die Bezeichnung der einzelnen Modellreihen erfolgte dementsprechend durch die Modellnummer des jeweiligen Uniprozessors. Alle Modelle waren auf der Basis der gleichen Systemarchitektur ESA/390 mit einem hohen Maß einheitlicher Funktionen ausgestattet und erhielten eine durchgehende Unterstützung durch die Betriebssysteme **MVS/ESA**, **VM/ESA**, **VSE/ESA** und **AIX/ESA**, mit einer gleichartigen Bedienungsschnittstelle und boten damit eine gemeinsame Anwendungsbasis.

Alle drei Systemreihen wurden 1990 angekündigt. Der rasche Fortschritt der Technologieentwicklung machte es möglich, bis 1993 /1994 bei den drei Systemreihen schnellere und weiter ausbaubare Modellreihen einzuführen. Mit diesen Verbesserungen und Erweiterungen in Technologie, Design und Funktionen wurde eine bis dahin nicht denkbare, kontinuierliche Erhöhung der Verarbeitungsleistung angeboten, die durch einfache Umbauten im Feld auch in bereits installierten Systemen realisiert werden konnten.

10. 1.2.1 IBM 9021

Die IBM 9021 war das Nachfolgesystem der IBM 3090 für den höchsten Leistungsbereich. Die Leistungs- und Funktionserweiterungen resultierten aus der konsequenten Fortentwicklung der Mehrschichtkeramik/TCM-Technologie:

- Mehrschichtmodul in Glaskeramik-Technik.
- Bipolare Chiptechnologie, mit ECL/DCS-Schaltkreisen (Emitter Coupled Logic, Differential Current Switch).
- bis fast 6000 Schaltkreise pro Chip.

Funktionelle Erweiterungen:

- Höhere Parallelität in der Instruktionausführung.
- Einführung einer zweiten Pufferspeicherebene, Pufferspeicher L2 in der Systemsteuerung (2 MB bei 520- und 4 MB bei 711 -basierenden Modellen).

- Unterteilung des Pufferspeichers in den Prozessoren, nun Pufferspeicher L1 genannt, in separate Bereiche für Daten und Instruktionen mit jeweils 128 KB.

Im Zentralspeicher wurden 4 Mb Chips, im Erweiterungsspeicher 4 und 16 Mb Chips verwendet. Es waren DRAM-Speicherchips (Dynamic Random Access Memory), statt wie zuvor SRAM (Static Random Access Memory), mit höherer Speicherdichte. Die hochintegrierten Speicherchips ermöglichten in den größten Modellen Zentralspeicher bis 2 GB und Erweiterungsspeicher bis 8 GB.

1990 wurden zusammen mit den 340-basierenden Modellen schon ein Teil der 520-basierenden Modelle eingeführt. Weitere dieser Modelle folgten 1991 und in 1993 die 711-basierenden Modelle. In dieser leistungsstärksten Technologiestufe wurden insgesamt 11 Modellvarianten angeboten, vom Uniprozessor bis zum symmetrischen Zehnfachmultiprozessor (Modell 9X2), mit jeweils 5 Zentralprozessoren in den beiden symmetrischen Seiten. Diese bis dahin höchste Stufe des Multiprocessings wurde begleitet durch Anpassungen in MVS, mit dem Ziel, den MP-Overhead möglichst gering zu halten. Damit gelang es zu erreichen, dass die beiden letzten Prozessoren noch ungefähr 65% ihrer Nennleistung zur Gesamtleistung beitrugen. Modellerhöhungen innerhalb aller IBM 9021 Modelle waren einfach durchzuführen. Vom kleinsten bis zum größten 711-basierenden Modell war das Leistungsspektrum 1:8. Gegenüber dem schnellsten Vorgängersystem hatte das Modell 9X2 die fast vierfache Leistung.

10. 1.2.2 IBM 9121

Im mittleren Leistungsbereich war die luftgekühlte IBM 9121 das Nachfolgesystem für die IBM 4300, insbesondere der 4381 Modelle. Die verwendete Technologie war von der IBM 3090 abgeleitet. DCS Schaltkreise (Differential Current Switch) in bipolarer und CMOS-Technologie mit geringerem Energiebedarf erlaubten die Luftkühlung. Die Installationsbedingungen waren vergleichbar mit der IBM 4381. Auch bei der IBM 9121 folgten auf die 1990 angekündigten 320-basierenden Modelle in 1993 die weiterentwickelten 511-basierenden Modelle mit 9 Modellvarianten von Subunis (dies steht für leistungsreduzierte Uniprozessoren), bis zu einem symmetrischen Vierfachprozessor. Modellerhöhungen innerhalb aller IBM 9121 Modelle waren einfach durchzuführen. Das Leistungsspektrum innerhalb dieser Modelle betrug 1: 3,5. Gegenüber dem größten Vorgängersystem war die Leistungssteigerung 1: 12,5.

10. 1.2.3 IBM 9221

Im unteren Leistungsbereich war die luftgekühlte IBM 9221 das Nachfolgesystem für die IBM 9370.

Wie diese in Einschubtechnik aufgebaut, mit einer Weiterentwicklung der CMOS-Technologie der IBM 9370, u.a. mit der zehnfachen Anzahl Schaltkreise pro Chip und der vierfachen Anzahl Chips pro Modul. Installierte 9370 Modelle konnten in die IBM 9221 umgewandelt werden. Nach den 170-basierenden Modellen folgten 1994 die weiterentwickelten 211-basierenden Modelle mit 5 Leistungsstufen (Subuni bis Zweifachprozessor) mit einem Leistungsspektrum von 1 : 2,7. Gegenüber dem Vorgängersystem (größte IBM 9370) betrug die Leistungssteigerung 1:12.

10. 1.2.2 Parallele Enterprise Server

In den zentralen Systemen der IBM wurden für die Realisierung der Steuerungs- und Verarbeitungsfunktionen zwei unterschiedliche Technologien eingesetzt. Bei den leistungsstärksten Prozessoren, beispielsweise der IBM 9021, wurde die Bipolare Technologie verwendet. Diese Technologie bot die höchste Verarbeitungsleistung, die Kosten dieser Technologie waren jedoch hoch.

In den unteren Leistungsbereichen, wie der IBM 9221, wurde CMOS-Technologie (Complimentary Metal-Oxide Semiconductor) eingesetzt. Diese Technologie zeichnet sich durch günstige Kosten und geringeren Energiebedarf aus und damit auch geringeren Kühlaufwand, bei allerdings deutlich höheren Schaltzeiten.

Der Stand der Technik ist 1994, dass die schnellsten bipolaren Uniprozessoren der IBM die sechsfache Leistung der schnellsten CMOS-Uniprozessoren bringen. Hinzu kommt, dass mit der bipolaren Technologie ein Multiprocessing-Faktor von 10, bei der CMOS Technologie aber nur von 4 erreicht wurde. Damit erreichte das größte Bipolarsystem die 17-fache Leistung des größten CMOS-Systems.

Untersuchungen zeigten jedoch, dass die Weiterentwicklung der Bipolar-Technologie hohe Investitionen erfordern würde, bei einer erwarteten Verdoppelung der Leistung im Zeitraum von 5 Jahren. Bei CMOS dagegen wurde mit einer Verdoppelung der Leistung im Zeitraum von 2 Jahren gerechnet.

Die IBM traf deshalb die schwerwiegende Entscheidung, die Bipolar-Technologie aufzugeben, und alle künftigen zentralen Server auf der Basis von CMOS-Prozessoren zu entwickeln.

10. 1.2.1 Parallel Transaction Server und Parallel Query Server.

Die CMOS-Technologie für die großen Server wurde 1994 eingeführt, zuerst mit zwei speziellen Produkten für zwei der wichtigsten Einsatzgebiete, die *Transaktionsverarbeitung* und für *komplexe Datenbankabfragen*. Beide Einsatzgebiete zeichnen sich dadurch aus, dass sie höchste Leistungsanforderungen haben und sich für eine Parallelisierung der Verarbeitung eignen. Es waren der Parallel Transaction Server

IBM 9672 für die Transaktionsverarbeitung und der Parallel Query Server IBM 9673 für komplexe Datenbankabfragen.

Beide Server waren ähnlich aufgebaut, sie basierten auf einem CMOS-Mikroprozessor, einer Entwicklung des Böblinger Labors. Dieser Mikroprozessor bestand aus 4 Chips, die wie bei Bipolarsystemen auf einem Mehrschicht-Keramikmodul ((Multi Chip Module (MCM)), montiert waren. Es waren ein Chip für die allgemeinen Instruktionen einschließlich eines 16 KB Pufferspeichers L1 und 32 KB Mikrokodespeicher, ein Chip für die Gleitkomma-Instruktionen und zwei Chips für den 192 KB großen Pufferspeicher L2. Das MCM hatte die Größe 44 * 44 mm und bestand aus 46 Schichten für die Verbindungen und die Stromversorgung. Zwei bis sechs dieser Mikroprozessoren wurden zu einem Central Electronic Complex (CEC) zusammengefasst als eigenständiges System.

Um eine ausreichende Gesamtleistung zu erreichen, wurde eine neuartige, weitere Stufe der Parallelisierung genutzt. Eine Gruppe von bis zu 8 CEC' s arbeiteten unter einer gemeinsamen Steuerung. Diese gemeinsame Steuerung und die Parallelisierung der insgesamt bis zu 48 Mikroprozessoren erfolgte durch die Funktionen des Parallel Splex. Bei der Transaktionsverarbeitung erfolgte die Parallelisierung, indem die "kleinen" Einzeltransaktionen parallel auf vielen Prozessoren ausgeführt wurden. Bei der Queryverarbeitung wurden dagegen die vielen einzelnen Datenbankabfragen einer komplexen Query parallel auf verschiedenen Prozessoren ausgeführt.

10. 1.3.2 R- und G-Modelle.

Im gleichen Jahr (1994) noch wurde der in den Parallel Transaction and Query Servern verwendete CMOS-Mehrfachprozessor auch als separates System angekündigt, als Paralleler Enterprise Server IBM 9672 R1. Er konnte mit 1 bis 6 Mikroprozessoren und mit 128 bis 2048 MB Prozessorspeicher ausgestattet werden. Der Fortschritt der Speichertechnologie und die damit verbundene Reduzierung der Speicherpreise, ermöglichte es, den gesamten Prozessorspeicher in einer einheitlichen Technologie auszuführen. Er konnte installationsabhängig in Zentral- und Erweiterungsspeicher aufgeteilt werden.

Die Leistung dieser neuen Generation von zentralen Servern reichte noch nicht an die der Bipolar-Maschinen heran und erreichte bei der Uniprozessor-Leistung ungefähr ein Viertel, bei der Systemleistung ungefähr ein Siebtel. Höherer Leistungsbedarf konnte durch den Transaction bzw. Query Server abgedeckt werden, bzw. durch die seitherigen bipolaren Systeme.

Die Weiterentwicklung der CMOS-Technologie erfüllte die Erwartungen in vollem Umfang. In rascher Folge konnten in jedem der folgenden Jahre weiterentwickelte, schnellere Versionen der CMOS Server angekündigt werden, 1995 die R2/

R3, 1996 die G3 (G steht für Generation), 1997 die G4, 1998 die G5 und 1999 die G6. Gleichzeitig erhöhte sich der Multiprocessing-Faktor (Prozessorheiten pro Server) von 6 auf 12.

Von der R1 bis zur G6 vollzog sich im Zeitraum von 5 Jahren folgende Entwicklung

	Faktor	Durchschnittliche Steigerung pro Jahr
Zykluszeit:	1:10,8	61%
Uniprozessorleistung:	1:13,7	69%
Systemleistung:	1:24,9	90%
Prozessorspeicher:	von 2 GB auf 32 GB	
Transistoren/Prozessorchip:	von 3,4 Mio auf 25 Mio.	

Diese beispiellose Entwicklung basierte auf der fast explosionsartigen Entwicklung der CMOS-Technologie. Bei der R1 hatte das MCM eine Größe von 4,4 * 4,4 cm und bestand aus 46 Schichten. Das MCM trug 4 Chips, in denen zusammen ein Prozessor realisiert war. Der Prozessorchip enthielt 3,4 Millionen Transistoren. Ab der G3 enthält der Prozessor auch die Gleitkommaarithmetik. Dieser Chip, in der Größe von 14,6 * 14,6 mm repräsentiert die komplette ESA/390 Logik und wird von da ab Prozesseinheit genannt. Bei der G6 erreicht das MCM eine Größe von 12,7 * 12,7 cm, mit 86 Glaskeramik- und 6 Dünnschichten. Es trug 31 Chips unabhängig von der Größe des Modells. 14 dieser Chips waren komplette Prozessorchips mit 25 Millionen Transistoren. Die weiteren Chips umfassten 2 kryptographische Prozessoren, 8 Speicherchips für 16 MB Pufferspeicher L2 sowie Steuerungchips. Zwei der Prozessorchips wurden als System Assist Processor (SAP) konfiguriert, die übrigen konnten eine Prozesseinheit einschließlich eines 256 KB großen Pufferspeichers L1 bilden, in Modellgröße entsprechender Anzahl, maximal 12. In allen Modellen außer den größten standen freie Prozessorchips zur Verfügung, die gegebenenfalls aktiviert werden konnten, insbesondere zur temporären oder permanenten Erhöhung der Kapazität. Durch die Funktion Customer Upgrade on Demand (CUoD), konnte dies ohne Unterbrechung der laufenden Arbeit durchgeführt werden. Bei G5 und G6 konnten -ab 2000- freie Prozessorchips auch zu spezialisierten LINUX-Prozessoren genannt ILF (Integrated LINUX Facility), aktiviert werden.

Ab G5 wurde im MCM Glaskeramik und ab G6 erstmals die innovative Kupferteknologie der IBM eingesetzt. Das schnellste CMOS System erreichte infolge dieser dramatischen Entwicklung mit der Zykluszeit von 1,57 ns bei G6 nun die mehr als dreifache Leistung des letzten und größten IBM Systems in Bipolartechnik.

10. 1.4 Multiprise 2000 und 3000

Mit der raschen Zunahme der Leistung der CMOS-Prozessoren erhöhte sich auch die Leistung der Einstiegsmo-
delles. Die Abdeckung des darunter liegen-

den Leistungsbedarfs erfolgte mit mehreren Modellreihen der Multiprise-Systeme. Sie verwandten die Technologie der Parallelen Enterprise Server und deren Funktionen in einem dem Leistungsangebot angepassten Umfang. Multiprise 2000 wurde 1996 mit 16 Modellen angekündigt, weitere 16 Modelle folgten 1997. Dazu kam Multiprise 3000 mit weiteren 3 Modellen in 1999. Neben dem Anschluss von Peripheriegeräten über parallele oder ESCON Kanäle konnten alle Multiprise Systeme auch mit internem Plattenspeicher in Einschubtechnik ausgestattet werden, bei Multiprise 2000 mit bis zu 576 GB, bei Multiprise 3000 mit bis zu 792 GB.

10. 1.5. Eingangssysteme. Im Leistungsbereich unter Multiprise 2000 wurden mit dem Application StarterPack IBM 3000 (1997) und dem S/390 Integrated Server 3006 (1998) preislich günstigere Systeme für den S/390-Zugang angeboten. Verschiedene PC Server-Modelle sowie mehrere RS/6000-Modelle konnten mit Steckkarten P/390 bzw. R/390 zu vollen S/390 Plattformen erweitert werden.

10. 2 Open System

Das Konzept des Open System basiert auf dem IBM System /390, als dem zentralen Server der gesamten IT Struktur. Bei einer Anbindung der Flexibilität der verteilten und dezentralen Plattformen an den zentralen Server blieb die Flexibilität einfacher und rascher Einführung oder Änderung von Anwendungen erhalten. Gleichzeitig konnten aber die umfangreichen Funktionen des System/390 für das System- und Netzwerk-Management von diesen Anwendungen in Anspruch genommen werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden die Standards für Offene Systeme wie DCE¹ (Interoperabilität zwischen Multi-Vendor Plattformen), POSIX² (Kommunikationsschnittstelle zwischen unterschiedlichen Betriebssystemen bei UNIX-basierenden Anwendungen) und TCP/IP³ (Protokolle für die Kommunikation unterschiedlicher Systeme im Internet) implementiert.

1 DCE (Distributed Computer Environment) der Open Software Foundation (OSF)

2 POSIX (Portable Operating Systems Interface) vom Institut of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).

3 TCP/IP Transmission Control Protocol / internet Protocol)

Die Betriebssysteme erhielten Erweiterungen bestehender oder neuer Funktionen für die Steuerung der Multiplattform-Umgebungen. Beispiele hierfür waren DFDSM, für die Verwaltung und die automatisierte Datensicherung verteilter Speicher in heterogenen Netzen, oder NetView, zur Steuerung, Verwaltung und Kontrolle aller Komponenten eines Netzes.

Vielfältige Erweiterungen unterstützten den Plattform übergreifenden Betrieb. Dazu gehörten der Einsatz von Anwendungspaketen wie DB2 oder IMS auf unterschiedlichen Plattformen, SQL als Multi-Vendor-Programmiersprache für Datenbankabfragen, auch bei verteilten Datenbanken, oder die Bereitstellung der Programmiersprachen JAVA und

XML für das e-Business auch auf dem System/390.

Für den UNIX-Betrieb wurde 1989 das Betriebssystem AIX angekündigt, das auf mehreren IBM-Plattformen, System/370, RS/6000 und PC' s bereitgestellt wurde. 1996 wurde die damals aktuelle System/390-Version, AIX/ESA, als OpenEdition in MVS/ESA integriert. Damit wurde MVS/ESA auch ein UNIX-System, mit der höchsten UNIX-Zertifizierung. Eine weitere Richtung der Öffnung wurde 1999 mit der Freigabe von Kode eingeleitet, der die Ausführung von LINUX auf dem S/390 ermöglichte.

Für den hardwaremäßigen Anschluss der LAN-Netze wurden 1994 spezielle Adapter, genannt Open System Adapter (OSA) eingeführt. Sie entsprachen funktionell einem Kanal, sie erlaubten den Anschluss von Ethernet/Token Ring und FDDI* mit TCP/IP und SNA/APPN-Anwendungen. Der Server G6 konnte bis zu 12 OSA mit netzabhängigen Geschwindigkeiten bis zu 100 Mb/s - bei FDDI - haben. *FDDI= Fiber Distributed Data Interface. Siehe E 10.5.2.

10. 3 Periphere Datenspeicher

Mit der steigenden Bedeutung der Magnetplattenspeicher in EDV Systemen, stellte sich schon in den 70er Jahren die Frage nach der Wiederherstellbarkeit nicht mehr lesbarer Daten. Doch damals erhielt der Ausbau von Speicherkapazität, Zugriffszeit und Datenrate höhere Priorität. In den 90er Jahren kam es zu einer beeindruckenden Entwicklung, die redundante Datenpfade und ab 1991 die Nutzung des Konzepts der Redundant Array of Inexpensive Disks (später I = Independent) durch IBM einschloß. Eine neue Datenverfügbarkeitsstufe wurde mittels fehler-toleranter Eigenschaften erreicht, die bei Ausfall einer einzelnen Platte die *Datenrekonstruktion* ermöglichte (siehe Seite R-12). IBM entschied pro Einsatz der Plattengröße 3,5 Zoll und für mobilen Einsatz 2,5 Zoll und das ab 9340 genutzte Modulkonzept.

10. 3.1 Magnetplattenspeicher. 1991 kamen drei Neuerungen auf den Markt: **1.** Die Erweiterung des Speichersubsystems 3990/3390 um **3390 Modell 3**. **2.** Speichersubsystem **9340 mit neuer, modularer Magnetplattentechnologie** und **3.** das Disk Array Subsystem **9570 für sehr hohe Datenraten**.

10. 3.1.1 IBM 3390 Modell 3. Das Speichersubsystem 3990/3390 war das *leistungsfähigste für hohe Anforderungen im kommerziellen Bereich*. 3390 Modell 3 entsprach nun den wachsenden Datenmengen im Bereich der ES/9000 Prozessoren mit ihren besonderen Anforderungen an Kapazität und Leistung. Die Laufwerkskapazität betrug **5,67 GB** gegenüber 3,78 GB von Modell 2 bei gleicher Stellfläche und Datenrate. Über vier integrierte Steuereinheiten pro 3390 waren alle 32 adressierbaren Laufwerke mit insgesamt 90,8 GB dynamisch über 4 verschiedene Datenpfade (Strings) erreichbar, dies ergab kleinere Zugriff-Wartezeiten. Ab 1991: 3390 konnte mit Pufferspeicher 16 bis 64 MB ausgerüstet, der Durchsatz dadurch bis Faktor 2,25 gesteigert werden. 1992 erschien Modell **3990-9** mit 8,5 GB

pro Laufwerk bzw. 272,5 GB Strangkazität. Es war für Anwendungen konzipiert, die höchste Speicherkapazität, jedoch moderate Zugriffszeiten erforderten (22,5 ms Suchzeit). Die Kapazitätssteigerung wurde durch magneto-resistive S/L-Köpfe und Dünnfilm-beschichtete Speicherplatten erzielt.

10. 3.1.2 Speichersubsystem 9340 (1991). Es wurde geschaffen für die *Anforderungen im unteren und mittleren ES/9000 Bereich*. Leistung, geringerer Platzbedarf und Ausbaubarkeit in kleinen Schritten boten Lösungen für Anwender in dieser Kategorie. Ein Standardrahmen Typ **9309** nahm bis zu **8 Platteneinschübe** vom Typ **IBM 9345** auf. Ein Platteneinschub enthielt zwei Laufwerke mit je 1 oder 1,5 GB Speicherkapazität. Es waren 5¼Zoll-Laufwerke neuester Technologie mit Datenrate 4,4 MB/s, mittlerer Umdrehungswartezeit von nur 5,6 ms und in bewährter Count-Key-Data (CKD) Speicherungsform. Für Anforderungen bis 24 GB gab es den Steuerungseinschub **9341**, der als 2-Pfad-Subsystem -ohne Cache- an die Prozessoren-Reihe 9221 oder 9370 angeschlossen war.

Größerer Speicherbedarf und noch höhere Anforderungen wurden mit dem Standardrahmen **9343 mit eingebauter Steuereinheit** mit 4-pfadigem Funktionsumfang und mit 9345-Einschüben gedeckt. Die Kapazität konnte stufenweise auf 48 GB gebracht werden. 9341/3 erlaubten das unterbrechungsfreies Hinzufügen von Platteneinschüben. Hohe Leistung ohne Cache wurde schon bei Anwendungen, wie z.B. Datenbanken mit hohem Randomzugriff erzielt. Erhebliche Steigerung war möglich bei entsprechenden Anwendungen durch einen modellabhängig 32 bis 64 MB großen Cache.

Das Disk Array Subsystem **9570** (1991) wird unter „Technisch/Wissenschaftliches Rechnen“ auf Seite R - 21 beschrieben.

10. 3.1.3 IBM RAMAC*. Marktanforderungen nach höchster Datensicherheit bei permanentem Systembetrieb und steigenden Kapazitätsanforderungen wurden im Großsystembereich ab 1994 durch die **IBM RAMAC-Array-Familie** erfüllt. Damit war die 3,5 Zoll Plattentechnologie auf fehlertoleranter Basis auch im extrem leistungsbezogenen Großsystemeinsatz eingezogen. Dies wurde möglich durch magneto-resistive Schreib/Leseköpfe, die Dünnfilmplattentechnologie und Drehzahl >5000 U/min.

Der Grundbaustein bestand aus 4 Einschüben mit je einem Laufwerk in RAID-Architektur mit 2 GB (RAMAC), 4 GB ab RAMAC2 (1995) und 9 GB ab RAMAC3 (1996) für den Einschubrahmen **9392**. Die Einschubrahmen wurden vom Geräteraum **9391** aufgenommen und an die Steuereinheit 3990 angeschlossen. Jeder Baustein trug mit Eigenschaften der Fehlertoleranz und Hochverfügbarkeit zur Array-Leistung bei. Ein Subsystem bestand aus bis zu 16 Einschüben 9392 in die Rahmeneinheit. Die

Speicherkapazität des Subsystem IBM RAMAC war 90,5 GB, RAMAC2 181 GB und RAMAC3 726 GB.

10. 3.1.4 RAMAC Virtual Array (RVA, 1996).

Bei RVA war die Steuereinheit in die Rahmeneinheit 9394 integriert, diese fasste 2 bis 16 Einschübe vom Typ **9395 B13** mit je 4 Ultrastar-Laufwerken 2XP mit je 9 GB. Subsystemkapazität 726 GB. Cache max. 2 GB. Modularaufbau wie RAMAC Array Familie. RVA erfüllte die Bedingungen von RAID 6 (siehe Seite R-12). Platzreservierung und damit zunächst ungenutzte Kapazität war nicht mehr erforderlich, RVA suchte sich freien Speicherplatz vollautomatisch.

10. 3.1.5 RAMAC Skalierbare Array (RSA, 1996).

RSA bot Kapazitätsausbau in Schritten bis max. 1,4 TB. Ein Laufwerk hatte 18 GB, die Übertragung erfolgte im Serial Storage Architecture Modus (SSA, Seite R-10) und mit 29,5 MB/s.

10. 3.1.6 Enterprise Storage Server ESS. Ab ESS

(1996) ermöglichten kleine Laufwerke mit hoher Drehzahl und fortgeschrittenen magneto-resistiven Schreib /Leseköpfen (Siehe Seite R-13) sowie der SAA Schnittstelle, ein Modulkonzept in Einschubtechnik. Frei formuliert: "Rahmen bleibt, gewechselt wird *Laufwerkrahmen* und/oder *LW-Einschub* mit fortschreitender technischer Entwicklung. Cache ist Standard.

Der Verlauf der ESS-Kapazitätsteigerung zwischen 1996 und 2000 spricht für sich selbst: 1996: **2,9 TB** pro Subsystem (SS), 1999: **6,9 TB/SS**, 2000: **13,8 TB/SS**; die max. Datenrate blieb in dieser Phase bei 29,5 MB/s.

10. 3.2 Optisches Plattenarchivsystem 3995.

Das Archivsystem 3995 (1991) war ausgelegt für Daten und Informationen, die in Papier- oder Mikrofilm-Form vorlagen und z.B. in Verbindung mit IBM ImagePlus ausgereifte elektronische Lösungen von Langzeit-Archivierung ermöglichten. Die Gesamtkapazität im MVS/ESA-Umfeld konnte bis in den Bereich 5,2 TB ausgebaut werden. Im Umfeld Token-Ring LAN konnten 4,5 TB erreicht werden. Im AS/400 Umfeld wurde die Gesamtkapazität von 280 GB erreicht. 3995 war in den Modellkategorien

- *Einmalbeschreibbare Modelle* für Token-Ring LAN-Netze «PS/2 und PC) und für AS/400 oder
- *Wiederbeschreibbare Modelle* für MVS/ESA-Systeme; verfügbar.

Speichermedium waren 5¼Zoll-WORM- Platten (Write-once-read-multiple) mit 652 MB pro Platte. Ein Plattenzufuhrschacht beförderte Platten in das Archivsystem zur Stapelung. Ein Standmodell konnte bis zu 144 Platten fassen, dies ergab die Gesamtkapazität von 94 GB. Ein Standmodell enthielt für den Zugriff zu den Daten vier Schreib/Lese-Stationen und eine Förderautomatik.

Die Leistungsdaten zeigen, daß die 3995 *nicht für schnelle Transaktionsverarbeitung und die tägliche, schnelle Datensicherung konzipiert wurde, sondern für Archivierung: Lesen 680 kB/s pro Laufwerk; Schreiben 220 kB/s pro Laufwerk; Durchschnittliche Suchzeit 85 ms; Durchschnittliche Umdrehungswartezeit: 12,5 ms, Durchschnittliche Plattenladezeit 8 s.*

*RAMAC ist eingetragenes Warenzeichen, Version 1994: es steht für RAID Architektur with Multilevel Adaptive Cache.

10. 3.3 Magnetbandnutzung in den 90er Jahren.

Studien zeigten, daß die Anzahl eingesetzter Bandkassetten ständig wuchs. Als Ursache wurde u.a. ermittelt, daß erhebliche Kapazitäten nicht gut genutzt wurden und sich dieser Trend eher verstärken würde. Daher setzte IBM für MVS-Anlagen auf *systemverwaltetes Speichermanagement* auf Basis des 1984 angekündigten DFSMS, ab 1992 erweitert für *Magnetplatten und Magnetbänder/Kassetten* als *Data Facility Distributed Storage Manager* (DFDSM) für unternehmensweiten Einsatz.

Herausragende Attribute aller neuen IBM Magnetbändeinheiten waren Verträglichkeit mit der bisherigen 3480-Serie, höhere Speicherkapazität und Datenraten, bessere Bedienbarkeit, halbierte Stellflächen bezogen auf 3480 und die weitere Ausbreitung der Magnetbandkassette. Die *neue Kassette für IBM 3490* speicherte jetzt ohne Verdichtung 800 MB bei gleichen Abmessungen!

10. 3.3.1 Magnetband-System 3490. Für S/370 und AS/400 Systeme wurden 1989 die Modelle D31, D32 für den unteren und die Modelle A01, A02 und B04 für den oberen Leistungsbereich angekündigt. Diese verfügten über die Einrichtung *Improved Data Recording Capability* (IDRC), einer neuen Aufzeichnungstechnik, die gegenüber 3340 wesentlich höhere Speicherdichten ermöglichte. 1991 folgte das Magnetbandsystem **3490E** mit der Verdoppelung der Speicherdichte auf ca. 76 KbpI für alle Modelle, Verdoppelung der Datenspuren auf 36 und einer Datenrate von 3 MB/s. Damit wurden Anforderungen vom kleineren bis zum Großsystem abgedeckt.

10. 3.3.2 Kassettenarchivsystem 3495. Um die Anforderung systemintegrierten und automatischen Zugriffs auf Banddateien zu erfüllen, wurde das Kassettenarchivsystem 3495 geschaffen und 1992 eingeführt. Es deckte einen weiten Bereich in der Bandverarbeitung ab durch 4 Modelle mit 5.660 bis 18.920 Kassetten, d.h. Speicherkapazität von 13,5 bis 45,5 Terabyte. 3495 stellte automatisch die zutreffende Kassette mit der angeforderten Datei bereit, montierte diese und übergab sie dem System zur lesenden oder schreibenden Bearbeitung.

Der segmentierte Aufbau der 3495 erlaubte Modellerweiterungen in der Kundeninstallation. Alle Modelle hatten daß Grundmaß Tiefe 2,46 m, Höhe 2,38 m. Die Länge war modellabhängig 13,4 / 18,3 23,2 oder 28,0 m.

Die Hauptkomponenten des Systems bestanden aus aneinander gereihten Gehäuse-Segmenten, einem Magnetbandsystem IBM 3490 mit modellabhängig 4 bis max. 64 Laufwerken, einem Fahrroboter mit Greifern für die Bedienung von Magnetbändeinheiten und Kassetten, einer Steuerungseinheit inkl. PS/2 für manuelle Bedienungseingriffe und zwei Ein/Ausgabe-Stationen für Bandkassetten. Diese Stationen wurden manuell mit

Kassetten gefüllt bzw. entleert.

Die 3495 wurde von der Bandarchivsteuerung verwaltet. Diese war wiederum über die 3490-Steuereinheit mit dem oder den Hostsystem(en) über den Kanalanschluß verbunden.

Das System erhöhte die Verfügbarkeit einer Banddatei wesentlich. Es reduzierte Job-Wiederholungen und führte zu kürzeren Job-Laufzeiten. Zur optimalen Nutzung der 3495 konnte auch DFSMS/MVS eingesetzt werden, um die unter 10. 3.3. angesprochene Kapazitätsnutzung zu verbessern.

10. 3.3.3 Kassettenarchivsystem 3494. Es hatte die prinzipiellen Eigenschaften von 3495, war jedoch zugeschnitten auf mittlere und kleinere Systeme, hatte eine kleinere, max. Kassettenanzahl, war in Kompaktform aufgebaut und kam ebenfalls 1992 auf den Markt. 210 bis max. 3040 Kassetten wurden von zwei Bandlaufwerken automatisch bearbeitet. Die Gesamtkapazität mit E-Kassetten war 7,2 TB und erhöhte sich mit Magstar-Kassetten (ab 1995) auf 90 TB.

10. 3.3.4 MAGSTAR Bandsystem 3590. Die Weiterentwicklung von 3490E führte zur 3590 mit einer Kassettenkapazität von 30 GB und einer Datenrate von bis zu 20 MB/s, angekündigt 1995. Eine ganze Reihe konzeptioneller und technischer Neuerungen führten zu einem Höchstmaß an Produktivitätssteigerung, Datenzuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit.

Erstmals wurde Start/Stop- und Streamer-Modus in einer einzigen Bändeinheit realisiert, damit eignete sie sich für mehrere Aufgaben. Die Einheit nutzte einen 16-Spur-MR* - Schreib/Lesekopf. Die Aufzeichnung erfolgte serpentinenartig in acht Durchläufen - viermal vorwärts und viermal rückwärts - so daß $16 \times 4 \times 2 = 128$ Spuren auf das Band geschrieben wurden. Der S/L-Kopf folgte beim Schreiben/Lesen einer Servospuren-gesteuerten Feinführung. Die seitliche Bandführung besorgten Präzisionskeramikteile, das Band selbst wurde durch Luftkissen getragen, die von Luftdüsen erzeugt worden waren.

3590 hatte pro Laufwerk einen alle Funktionen steuernden Mikroprozessor und einen 4 MB großen Daten-Pufferspeicher. Systemanschluß an ES/9000 und S/390 Parallel Enterprise Server über ESCON Kanäle und für AS/400, RS/6000, POWERparallel SP2 und SUN SPARC über die Schnittstelle SCSI-2.

*MR= Magneto-Resistive-Read/Write-Head. Eine *MR-Kopfeinheit arbeitet* mit induktiver Schreibspule und einem Leseelement, dessen Widerstand durch die aufgetragenen magnetischen Bits verändert wird. Die Veränderungen werden gemessen, ausgewertet und als Bits an das System abgegeben (wurde erstmals ab 1991 bei 3390 eingesetzt). Dieses Verfahren ermöglichte noch höhere Datendichten als die bis dahin genutzten Dünnfilm-Schreib/Leseköpfe.

10.4 Drucker.

Die früher bereits erreichte Dezentralisierung führte jetzt in Druckleistung, Druckqualität, Drucktechnik und die AFP Architektur zu großer Produktvielfalt. Um jedoch in *Client Server-Umgebungen* zentrale Anwendungskonzepte umzusetzen und außerdem lokale Erfordernisse optimal zu erfüllen, war es erforderlich, das Druckerangebot entsprechend auszurichten. Neben den Neuerungen *Doppelseitiger Druck* und *Farb-Laserdruck*, wurden vier neue Kategorien geschaffen, um diesen Anforderungen gerecht zu werden: *Client Server Printer*, *Network Printer*, *Production Printer* und *InfoPrint*.

Client Server Printer umfassten 1997 die Typen 4230/32, 4247, 6400, 6252, 6262 und 3110, deren Seitenleistung/min. reichte von 7 bis 66; von einseitig bis doppelseitig; bei modellabhängigen Systemanschlüssen via Twinax, Koax, Seriell/Parallel, DPPI, Kanal und SDLC. Netzwerkanschlüsse via Tokenring und optional Ethernet. Entsprechend reichten die Druckpufferkapazitäten von 0 bis 64 MB. Die modellabhängigen Datenströme: IPDA, SCS, ASCII, IGP, CodeV, IPDS, PostScript Level 2, PCL 5e. Die Steuerung erfolgte per IBM Drucker-Server PSF/2 mit leistungsstarken Funktionen aus jeder EDV-Umgebung

Network Printer umfassten 1997 die Typen NWP 12, NWP 17, NWP 24/24PS und NW Color Printer, deren Seitenleistung/min reichte modellabhängig von 3 bis 24; bei modellabhängigen Systemanschlüssen via Twinax, Koax und Parallel. Modellabhängige Netzwerkanschlüsse: Token-Ring und Ethernet. Druckpufferkapazitäten von 4-66 MB. Die Modellabhängigen Datenströme: IPDS, SCS, PostScript Level 2, PCL 5e. Alle Network Printer haben eine RISC-Steuereinheit mit modellabhängigen Taktfrequenzen von 33 bis 100 MHz. Die Steuerung im Netzwerk erfolgte per IBM Printing Systems Manager (PSM) für jeden Arbeitsplatz.

Production Printer umfassten 1997 die Typen 3160-001, 3900-0W3, 3900-0W1, 3900-DW1/DW2, deren Seitenleistung/min reichte modellabhängig von 30 bis 666; von einseitig bis doppelseitig. Netzwerkanschlüsse: Token-Ring und Ethernet. Druckpufferkapazitäten von 32 - 128 MB. Für alle Modelle konnten die Datenströme IPDS, über Druckerserver auch PostScript und PCL 5 sein. Die RISC-Architektur nutzende Steuereinheit AFCCU für alle Production Printer Modelle erlaubte maximale Druckleistung auch bei komplexen Druckaufträgen.

InfoPrint-Modelle umfasste 1997 die Typen 4000-IS1, 4000-IS2, 4000-ID1/ID2, InfoPrint 60, InfoColor 70 und InfoPrint 4000, deren Seitenleistung/min. reichte modellabhängig von 30 bis 666; modellabhängig von einseitig bis doppelseitig; Systemanschlüsse: die erstgenannten 3 Modelle S/390 Kanal ESCON, InfoPrint 60 und InfoColor 70 wur-

den via Token-Ring oder Ethernet verbunden. Die Druckpufferkapazitäten reichten modellabhängig von 64 - 256 MB. Alle Modelle arbeiteten an der Steuereinheit AFCCU (Advanced Function Common Control Unit). Die Ausnahme bildete InfoColor 70: dieser Drucker wurde direkt an RS/6000 angeschlossen.

Die Modellreihe wurde unterstützt durch das Software Paket "*IBM InfoPrint*", eine Komplettlösung für Hochgeschwindigkeits- und multifunktionales PostScript Printing. Es steuerte, druckte und speicherte PostScript- und gescannte Bilddokumente. Es war verträglich mit bestehenden Hard und Software-Installationen und schützte Investitionen.

Zu den betrachteten Drucker-Kategorien ist bemerkenswert:

1. Alle *Client Server Printer* zeichneten sich durch geringe Geräuschemission von modellabhängig 52 bis 62 dBA aus.
2. IBM 3130 bestach durch das automatische Umschalten auf die richtige Schnittstelle und den entsprechenden Datenstrom, gesteuert durch AFCCU.
3. Network Printer, Production Printer und InfoPrinter hatten die Einrichtung *Elektronische Formulare*.
4. IBM Network Color Printer eignete sich speziell für den Einsatz in Graphik/Marketing/Dienstleistungsabteilungen und Druckshops.
5. IBM 3900-0W1 zeichnete sich durch hohe Druckleistung auch im A3-Format bei gleichzeitig hoher Druckqualität aus.
6. IBM 4000-IS1 hatte umschaltbare Auflösung von 240 oder 300 dpi und Tonernachfüllung ohne Unterbrechung des Druckbetriebes.
7. InfoPrint 60 war konzipiert für *Printing on Demand* in der hochauflösenden Version mit 600 dpi des Modells 001; dieses lieferte ein brillantes Druckbild, auch Halbtonwerte kamen voll zur Geltung.
8. Ausgewählte Drucker aus obigen Kategorien sind im Abbildungsteil dieser Epoche gezeigt.

10.5 Netzwerklösungen.

Die Anforderung lautete: Über das Netz kann sich „jeder mit jedem verbinden“, jedoch nicht irgendwie, sondern mit intelligenten Netzwerkeinrichtungen, um den Datenverkehr sicher und unter zentralisierter Steuerung schnell und effizient zu betreiben.

Die IBM Produkte VTAM -für SNA- und TPC/IP für den Host-Netzzugriff, NETVIEW für das Netzwerkmanagement, die Host-Gateways 37xx und 3172 jetzt mit Protokollkonverter-Funktion, die Vermittlungsknoten (Hubs), Router und Terminals im Netz, ermöglichten optimale, hochverfügbare und sichere Lösungen. Die Systemumgebung eines MVS/VM/VSE-Hosts nach dem Stand von 1996 ist auf der folgenden Seite dargestellt.

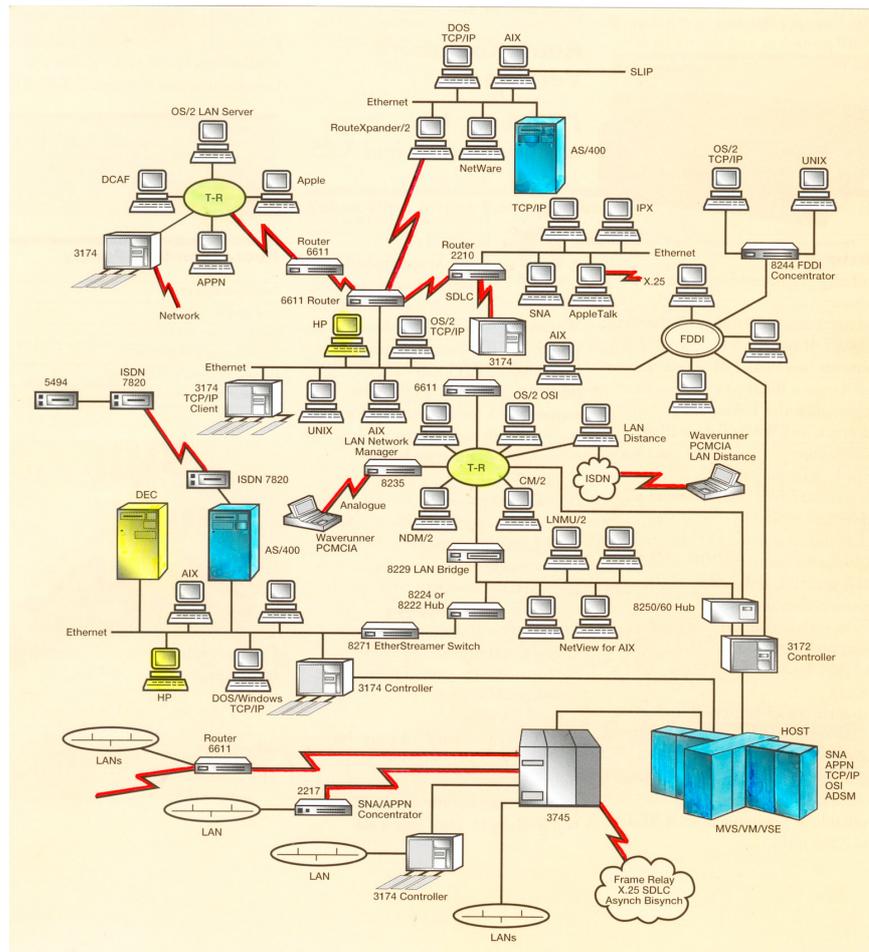
Die traditionelle Workstation-Anbindung via Kanäle/Native Adapter wurde für den LAN-Bereich ergänzt durch den OSA (Open System Adapter). Siehe E 10. 2 und E 10.5.1.

10. 5.1 Netzwerklösungen,

Beispiel der Systemumgebung eines MVS/VM/VSE-Hosts beim Stand von 1996 (rechts).

Die Anbindungen nutzen die von IBM angebotenen Möglichkeiten, wie zum Beispiel:

- Host / 3745 Controller und via TP-Leitungen und Routern / Wandlern / Konzentratoren zu den Endgeräten.
- Host / 3174 Controller zu Ethernet-verbundenen Endgeräten einschließlich einer ersten AS/400 sowie DEC- und HP- Rechnern.
- Host / 3172 Controller und **FDDI** (Fiber Distributed Data Interface) zu Produkten anderer Hersteller und außerdem via Hub zu einem Token-Ring Netzwerk mit unterschiedlichen Endgeräten.
- Host / 3172 Controller und Hub 8250 für den Zugang zu einem Token-Ring LAN und dessen Endgeräten.



10. 5.2 S/390 Open System Adapter für die zentrale Anbindung lokaler Netze.

Über einen Open System Adapter (OSA), angekündigt 1994, liessen sich LANs direkt an zentrale IBM Server 9672 anschließen. Der OSA war als Zusatzeinrichtung in den Server integriert und unterstützte Ethernet-LAN's und das Laden der Protokollverarbeitung von TCP/IP für MVS. Netzwerke und Clients profitierten von höheren Geschwindigkeiten, unternehmensweiten Verbindungen, Sicherheit und Wachstumsmöglichkeiten. Ein OSA bestand aus Hardware, die eine Schnittstelle zum Systembus als auch zum Kanal bildete, einem Mikroprozessor zur Steuerung der Ablaufvorgänge und weiterer Hardware für die LAN-Anschlüsse; alle Komponenten waren auf einer großen Adapterkarte integriert. Die 1994 eingeleitete Entwicklung ist bis 2000 bezogen auf die unterstützten LAN-Schnittstellen kurz beschrieben. OSA und OSA 2 kamen bei den Parallel Enterprise- und Parallel Transaction Servern IBM 9672 zum Einsatz.

OSA (1994, April)	-Token Ring-LAN - Ethernet-LAN - FDDI-LAN	IBM Token-Ring-Netz, 4/16 Mb/s Full Duplex, 32 Mb/s Half Duplex. IEEE 802.3, 10 Mb/s Full Duplex, 20 Mb/s Half Duplex IBM Produkte Stand 1996: 8271, 8273, 8274 und andere. ANSI-Standard, Fiber Distributed Data Interface, 100 Mb/s IBM Produkte Stand 1996: FDDI Adapter und 8244 .
OSA 2 (1995, Juli)	- Wie OSA - ATM 155 LAN	Asynchronous Transfer Mode, 155 mb/s. ATM ist ein Transportprotokoll, das kleine Info-Zellen mit fester Größe nutzt, die mit hoher Geschwindigkeit transportiert und geschaltet werden können. Die transportierten Info' s können Daten, Töne, Bilder und Bewegtbilder sein. ATM wurde schon 1995 als "die IT Transportart des 21. Jahrhunderts" gesehen, von IBM unterstützt und mit den Produkten 2220/2230, 8210, 8260, 8261, 8285 realisiert (Stand 1996).
OSA Express (1999, Juni)	- wie OSA 2 und Fast Ethernet-LAN und Gigabit Ethernet-LAN	FENET-LAN, IEEE, 10/100 Mb/s Full Duplex, 20/200 Mb/s Half Duplex IEEE, 1000 Mb/s - LAN, Info-Zellengröße 9.000 Byte.
Dual-port OSA Express (2000, Oktober)		Wie OSA Express, und Token-Ring 4 / 16 / 100 Mb/s

10.6 IBM System /390, Systemübersicht-Leistungsparameter

Systemreihe	Ankündigung	Anzahl Modelle	Anzahl Prozessoren	Zentral- speicher MB	Erweiterungs- speicher MB	Prozessor- Zykluszeit ns	Leistung MIPS
ES/9000							
IBM 9021							
340-basierende Modelle	9/90	6	1 - 6	32 - 512	0 - 4096	14,5	22 - 124
520-basierende Modelle	9/90	7	1 - 8	128 - 1024	0 - 8192	9	48 - 248
711-basierende Modelle	2/93	12	1 - 10	128 - 2048	0 - 8192	7,1	63 - 490
IBM 9121							
320-basierende Modelle	9/90	10	1 - 4	64 - 512	0 - 2016	15	5 - 72
511-basierende Modelle	2/93	9	1 - 4	64 - 1024	0 - 8128	11	21 - 111
IBM 9221							
170-basierende Modelle	9/90	5	1 - 2	16 - 256	0 - 240	27	2 - 10
211-basierende Modelle	4/94	5	1 - 4	16 - 5121	0 - 496	16	11 - 28
Parallel Enterprise Server IBM 9672							
R1	9/94	6	1 - 6	128 - 2048	*	17	15 - 66
R2	6/95	7	1 - 7	128 - 2048		15	15 - 115
R3	6/95	5	5 - 10	512 - 4096		12	102 - 186
G3	9/96	14	1 - 10	512 - 8192		6,5	33 - 413
G4	6/97	14	1 - 10	512 - 16384		3,3/ 3,1/ 2,7	49 - 505
G5, T/R-Modelle	5/98	16	1 - 10	1024-24576		2,6 / 2,4	84 - 959
Y-Modelle	11/98	10	1 - 10	5120-24576		2,0	149 - 1148
G6, X-Modelle	99	12	1 - 12	8192-32768		1,8	178 - 1569
Z-Modelle	99	12	1 - 12	8192-32768		1,57	205 - 1791
Multiprise 2000							
1xx-Modelle	9/96	16	1 - 5	256- 4096		7,8	3,4- 152
2xx-Modelle	10/97	16	1 - 5	512- 4096		7	3,4- 169
Multiprise 3000	9/99	3	1	1024- 4096		2,4	56 - 204

Parallel**Transaction****Server IBM 9672** 4/94

1 - 8 CEC's (Central Electronic Complex) mit je 2-6 Prozessoreinheiten und 128-2048 MB Zentralspeicher.
Ab drittem CEC = 6 Prozessoreinheiten.

Parallel**Quiry****Server IBM 9673** 4/94

1 - 8 CEC's mit je 2 - 6 Prozessoreinheiten und 256 (erste zwei CEC's) bzw. 128 MB Zentralspeicher mit insgesamt 512-1250 MB.

* Ab R1 gab es keinen separaten Erweiterungsspeicher mehr, vielmehr wurde der Prozessorspeicher jetzt durch den Benutzer je nach Bedarf aufgeteilt in Zentralspeicher und Erweiterungsspeicher mit je eigenständiger Adressierungstechnik in Bytes bzw. Seiten. Dies wurde möglich, durch die Fortschritte der monolithischen Speichertechnologie, Halbleiterspeicher dieser Größe und gleicher Geschwindigkeit zu gleichen Kosten zu bauen, wie die zuvor eingesetzten, langsameren Erweiterungsspeicher.

10.7 Systeme RS/6000, AS/400 und PC's.

10.7.1 Systemfamilie RS/6000

"RS" ist die Kurzform des von J. Coke, IBM York Town Heights entwickelten Konzepts des **Reduced Instruction Set Computers (RISC)**, das zum Experimentalcomputer IBM 801 von 1978 führte. Es fand Anwendung bei IBM 3090 (E/A-Prozessor, 1985), 9370 (1986) und am unteren Leistungsende bei 6150 (1986).

Die Systemfamilie **RS/6000** wurde 2/1990 eingeführt, ihre offene Architektur ermöglichte Brückenfunktionen zu heterogenen und SAA-Systemen, in denen internationale Standards mehr und mehr Raum gewannen. Herausragend waren:

- Hohe Funktionalität als Workstation im Einzel- und im Mehrfach-Benutzerbetrieb;
- Einsatz-Reichweite von Technisch/Wissenschaftlichen Anwendungen bei CAD, Computer-Animation, CAP, Seismische Analyse, Finanzmodellierung usw., bis in den kommerziellen Bereich,
- Know-How-Aufwand zur Nutzung des Betriebssystemes AIX war moderat.

Die angekündigten System-Modelle **320, 520, 530, 540** boten Hauptspeicher von 8 bis 256 MB, die Prozessorleistung reichte von 27 bis 41 MIPS. Das Modell **730** hatte integrierten Graphikprozessor, an das Modell **930** konnten bis zu 500 E/A-Geräte angeschlossen werden. Das kleinste Modell **Xstation 120** war ein Tischgerät mit Token-Ring-/ Ethernet-LAN-Anbindung.

Das Betriebssystem **AIX Version 3.0** deckte eine breite Palette internationaler Standards ab:

- IEEE POSIX 1003.1; Konformität zu den Basisschnittstellen UNIX System V.2 und V.3; Konformität zu BSD 4.3; X/OPEN Common Application Environment (CAE), die Basisschnittstellen dieser Festlegungen wurden später in AIX integriert.
- Es bot wichtige Werkzeuge für die Softwareentwicklung in den Sprachen C, FORTRAN, Pascal, COBOL und Ada. - Es war eingebettet in die Familiendefinition, die Hardware-übergreifend über AIX PS/2 für das Personal System PS/2, AIX/RT für das System IBM 6150 und AIX/370 für System-/370 Rechner einheitliche und exakte Schnittstellen zur Entwicklung portabler Anwendungen definierte.

Die RS/6000 Architektur nutzte **Performance Optimization With Enhanced RISC = POWER-Architektur**, d.h. ein weiterentwickeltes RISC-Konzept mit folgenden Hauptmerkmalen:

- maximale Nutzung pro Zyklus durch Parallelisierung und Pipelining.
- 32-Bit-RISC-Prozessor-Chip-Set mit je Fest-, Gleitkomma- und Branch-Verarbeitungseinheit.
- Separate Instruktionen- und Daten-Caches.
- Superscalar Design: gleichzeitige Ausführung von bis zu vier/fünf Instruktionen in einem Zyklus.
- Realer Adressraum 4 Gigabyte unterteilt in 4-KB-Seiten.
- Virtueller Adressraum 4 Petabyte (2^{52}).

Die Implementierung der POWER-Architektur basierte auf weiterentwickelter CMOS-Technologie. Der 32-Bit-RISC-Prozessor war aus sechs verschiedenen "Semi-Custom Chips" mit insgesamt etwa 7 Millionen Transistoren aufgebaut. Die RS/6000 Modelle nutzten drei Prozessortypen (2032, 2564 und 3064), alle basierten auf einem gemeinsamen CMOS-Chip-Set, unterschieden sich aber in Leistung und Preis.

In Deutschland waren 1993 bereits 10.000 Systeme durch AIX-Partner installiert. Dies, aber auch die Weiterentwicklung der CMOS-Technik förderte die weitere Leistungsentwicklung, die folgende summarische Listung soll dies illustrieren:

Jahr	Anzahl Modelle	Prozessor-Bezeichnung	Prozessor-Anzahl	Takt/MHz
1990	6	POWER	1	20 - 41
1991	3	POWER	1	25 - 33
1992	9	POWER	1	25-62,5
1993	26	POWER	1	41-80
1994	13	POWER und POWER 2 und PowerPC 601	1 2 / 4	50 bis 80
1995	7	obige und PowerPC 604	1	67-133
1996	10	obige und POWER 2 SC	1/2 / 4 / 6 / 8	133- 166
1997	8	PowerPC 604e	1/2/3/4/6/8/12	165- 233
1998	3	und RS64 obige und RS64II	1/2/3/4/6/8/12	262- 332
1999	1	RS64III	6/12/18/24	450
2000	3	obige und RS64 IV	1/2/4/6/12/18/24	450- 600

Alle RS/6000 Modelle hatten Festplattenkapazität, ab Standgerät freie Einbauplätze für CD-ROM und 8 mm Magnetband. Modell 930 hatte 12GB interne Festplattenkapazität und freie Einschubplätze z.B. für 9-Spur-1/2 Zoll-Magnetband. RS/6000 gab es je nach Modell in Tisch-, Unter/Neben-Tisch- und Rahmen-Bauweise.

RS/6000 SP-Modelle. 1993 wurde das skalierbare POWERparallel System **9076 SP1** zur Bearbeitung komplexer und datenintensiver Jobs angekündigt. Max 64 Prozessoren erzielten die Gesamtleistung von 8 Gigaflops. 1994 folgte 9076 SP2 mit max. 128 Prozessoren und einer Gesamtleistung von 30 Gigaflops, der fast 4-fachen Leistung. Ein Koppelnetzwerk für die sehr schnelle Kommunikation der Knoten untereinander hatte dabei eine entscheidende Schlüsselrolle. Ein noch leistungsfähigeres Koppelnetzwerk (Highperformance-Switch) stand ab 1996 für geschäftskritische oder rechenintensive Anwendungen im Forschungsbereich bereit.

SP2 führte zu den Supercomputer-Forschungsprojekten „Deep Blue“ (1997), dem Start von "Blue Pacific" mit 176 Rechnerknoten und 3,9 Trillionen Rechenoperationen pro Sekunde (1998) und "Blue Gene" mit Ziel ein PetaFLOP/s (1999).

10. 7.2 Systemfamilie AS/400

Die Vorgeschichte des "Anwendungssystems 400" beginnt bei den Systemen S/38 (1980) und S/36 (1983). AS/400 wurde 1988 angekündigt, und noch nicht dargestellt in Epoche 9 dieses Buches. Die Anfänge der Kategorie "Kleinsysteme" gehen zurück auf 1956, dieser Zusammenhang ist erläutert unter R - 15/16

AS/400 wurde 1988 als Mehrplatzsystem im kommerziellen Bereich angekündigt. Es folgte den S/38 und S/36-Erfahrungen mit integrierter Datenbank und dem SAA-Konzept. Verbundverarbeitung und verteilte Daten auf miteinander verbundenen Systemen wurden möglich. So konnten Anforderungen von kleinen und mittleren Unternehmen ebenso befriedigt werden wie Abteilungen und Filialen von Großunternehmen. Entscheidenden Anteil an der Anwendungsorientierung hatte das neue Mittelstands-Anwendungssystem **MAS90**. Es bot die Softwareplattform und integrierte Ablaufsteuerung für *betriebswirtschaftliche Programme, Büroanwendungen und branchenspezifische Lösungen*. Dieses Angebot wurde in Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von Vertriebspartnern und Softwarehäusern ständig erweitert.

Gewichtige Eigenschaften: Anwendungsorientierung; Ease of use: Im Betriebssystem *OS/400 sind alle wichtigen Funktionen* incl. relationale Datenbank integriert*, so genügte Anwendern ein IT-Fachmann; one level store Konzept mit 48 Bit-Adressierung; Mikrokodimplementiertes Speichermanagement, Terminalsteuerung und Datenbanksteuerung; Einbindung in Computernetze und Open Office Konzepte; Wachstum nach Bedarf; schnelle Konvertierung von genutzten S/36-38-Anwendungen auf AS/400. Darauf gründete sich der über Jahre anhaltende Markterfolg des vom IBM Entwicklungslabor Rochester/Minnesota entwickelten und weiterentwickelten Systems AS/400.

* Sicherheit, Kommunikation, Dialog, Präsentation, Online-Ausbildung und Elektronische Kundenunterstützung via DFÜ.

Zeittafel AS/400.

1988: AS/400 wird mit 6 Modellen unter dem neuen Betriebssystem OS/400 angekündigt. **B10** und **B20** waren Kompaktmodelle in Untertisch-Bauart, **B30**, **B40**, **B50** und **B60** in Rahmenbauweise. Hauptspeichergrößen 4-96 MB, DASD-Kapazität 0,6- 27,2 GB. 48 Bit-Adresssystem, doch angelegt für spätere Erweiterungen auf 64 Bit. 480 Benutzeranschlüsse für Endgeräte und DFÜ. AS/400 hatte gegenüber den Spitzenmodellen von S/36 die fünffache und gegenüber S/38 die doppelte Leistung. Integrierte Service- und Sicherheitsfunktionen wie Serviceprozessor und Fernwartungsfähigkeit.

1989: Erweiterung durch das Topmodell **B70**, die Modelle **B35** und **B45** mit 8-45 MB Hauptspeicher und bis zu 9,6 GB Plattenspeicher sowie die AS/

Entry Systeme **A10**, **A20** und **A22**. Neu ist die Programmiersprache **C/400**.

1990: **C-Reihe** angekündigt: **C10**, **C20** und **C25**, dann **CO4**, **C06** sowie AS/Entry **Y10**. Dies bringt die Leistungsbandbreite der Modelle auf 1:8.

1991: **D-Reihe** angekündigt (9 Modelle), jetzt in CMOS-Technologie. Das Top-Modell **D80** der Familie hat *erstmalig einen Mehrfach-Prozessor*.

1992: OS/400 **V2R2** ausgeliefert. Ab '92 ist AS/400 das erste IBM System mit DASD-RAID 5 (siehe unter Resümee, Seite R-12).

1993: 14 neue Modelle der **F-Reihe** wurden eingeführt, der Leistungszuwachs gegenüber bisherigen beträgt bis zu 60%. Die Hauptspeicherbandbreite ist 8 - 512 MB. Das Topmodell **F95** nutzt einen *4-Wege-Prozessor*. AS/400 wird mit "Client Series Software" an Serverfunktionen herangeführt. Die neuen Servermodelle: **100**, **135** und **140**.

Seit Erstankündigung sind weltweit 250.000 Systeme installiert, es ist das meistverbreitete System seiner Kategorie. Inzwischen gibt es 150 "Plug and go" - Anwendungen, sie können bei Auslieferung bereits geladen sein.

1994: Die bisherige AS/400-Welt wird geöffnet für das Client/Server-Computing durch **AS/400 Advanced Series** und deren Systemmodelle **200**, **300**, **310** und **320** und die Servermodelle **20S** und **30S**. Das Betriebssystem OS/400 V3.R1 enthält nun alle Funktionen, um AS/400 als Server für Netze von PCs und Workstations einzusetzen. Die bisher schon in OS/400 integrierte relationale Datenbank wurde dazu voll an die Konventionen von DB2 herangeführt und nun **DB2/400** genannt. Sie unterstützt SQL, DRDA (Distributed Relational Database Architecture) und außerdem Zugriffsmethoden, die von Microsoft und Apple entwickelt wurden. Damit wurde AS/400 den Anforderungen von heterogenen Client/Server-Umgebungen gerecht.

1995: Die Advanced Series Modelle werden mit 64-Bit RISC-Prozessoren lieferbar.

Laut N.Y. Sunday Times vom 3. 5. 1995 waren Ende 1994 bereits 300.000 Systeme installiert.

1996: Die Versionen **V3R2** und **V3R7** des Betriebssystems OS/400 erhalten als weltweit erste das ITAA (Information Technologie Association of America) -Zertifikat "Ready for Year 2000".

1997: Die neuen Modelle des oberen Leistungsbereichs haben jetzt **12-Wege Prozessoren**, die Leistung steigt auf das 4,4 fache gegenüber bisherigen Modellen.

1998: Das Betriebssystem OS/400 macht das AS/400 „e-Business-tüchtig“. Weltweit wurde das 500 Tausendste AS/400 installiert.

Ausblick. In 2000 setzt **AS400e** mit neuen, schnelleren und leistungsstärkeren Modellen **250**, **270**, **820**, **830**, **840**, jeweils mit mehreren Prozessorstufen und Speichergrößen den Erfolg der Serie fort.

10. 7.3 Personal Computer Familien.

„Personal Computer for Professionals“ beginnen mit den Rechnern 610 (1958), 1620 (1959) und 1130 (1965). Doch erst hochintegrierte, kleine Bauteile ermöglichten es, einen *kompletten Computer* so zu bauen, dass er *auf dem Schreibtisch* Platz fand: Es begann mit IBM 5100 (1975) und 5110 (1976). Ab Mitte der 70er Jahre waren weitere Schritte zu tun, um zu erschwinglichen, gut zu bedienenden Geräten und einem Betriebssystem zu gelangen, das diesem Zielrahmen gerecht wurde. Profis mußten nicht mehr länger auf ihre Ergebnisse vom zentralen Rechner warten, jetzt arbeitete der "Eigene" für sie.

1981 12. August: in USA wird der **IBM PC** angekündigt. 16 bis 256 KB RAM, Prozessortakt 4,77 MHz, 16 Bit-Bus, 5¼ Zoll Diskettenlaufwerk, Monochrom-Bildschirm und Betriebssystem PC DOS. Preis rund 4.000 \$ mit Drucker. Deutschland 1983.

1983 Im März folgte **PC XT** für höhere Ansprüche und der zugleich *erste IBM PC mit 10 oder 20 MB-Festplatte* und RAM mit 256 bis 640 KB. Das Betriebssystem war PC DOS V.2.

1984 **PC AT**. Fortschreitende Technik führte zum PC AT mit 256 - 512 KB RAM, Prozessortakt 8 MHz, 24 Bit-Bus, Diskettenlaufwerk 1,2 MB, Festplatte 10 oder 30 MB und 8 Steckplätzen für Erweiterungskarten. Betriebssystem PC DOS V.3.

3270 PC, der neue interaktive Arbeitsplatz, verband die Funktionen des 3270 Displaysystems mit der Individualleistung des PC. Das gleichzeitige Bearbeiten von bis zu 7 Aufgaben war Realität: 4 spezifische aus dem 3270-Umfeld mit zentralem Host, eine typische PC-Anwendung unter DOS V.2 und 2 Anwendungen in Form elektronischer Notizbücher. Leistungsdaten: RAM 320-640 KB, 10 MB Festplatte und bis 2 Diskettenlaufwerke, Farbbildschirm, Tastatur für PC- oder 3270-Modus. Dies erforderte ausser PC DOS V.2 das 3270-PC Steuerprogramm und ein Dateiübertragungsprogramm.

1986 **PC AP** (Advanced portable) wurde der Anforderung „tragbar“ gerecht: RAM 128 - 512 KB, Prozessor Intel 80C88 mit 16 Bit-Bus in CMOS-Technik, getaktet mit 4,77 MHz. 3,5 Zoll Diskettenlaufwerk 750 KB, abnehmbarer Flüssigkristall-Bildschirm (LCD). Ein optionaler Nadeldrucker war direkt ansteckbar. Stromversorger war ein NC-Accu mit Ladegerät für System und Drucker. Gewicht 5,5 Kg. Betriebssystem: PC DOS V.3.2.

IBM PCs konnten ab 1986 mittels *Token-Ring Lokal Area Network* vernetzt werden. Die Datenübertragungsrate betrug 4 Mb/s.

1987- 1991 Die **PS/2 Serie** mit Micro Channel Architecture und VGA-Standard (Video Graphic Array) wurde im April mit 4 Modellen **30**, **50**, **60** und **80** angekündigt, 1988 folgte das Modell **70**, 1989 das Modell **55z**, 1991 die Modelle **90** und **95**. Eine *Maus* ergänzte die Tastatur. Die Modelle 50 und größer konnten mit PC DOS und dem neuen OS/2 betrieben werden.

PS/2-Modelle, Daten im Überblick:

Jahr, Modell Platz	1987 30 Tisch	1987 50/60 Tisch/UT	1987 80 Unter T	1988 70 Tisch	1989 55z	1991 90/95 Unter T
Proz.	8086	80286	80386	80386	80386sx	80386sdx
Bus	8 Bit	16 Bit	32 Bit	32 Bit	32 Bit	32 Bit
TaktMHz	8	16	20	25	16	25 / 33
RAM	640KB	1- 16 MB	1-16MB	16MB	16MB	8-32 MB
Cache	--	---	64 kB	---	---	---
Diskette	720KB	1,4 MB	1,4 MB	1,4 MB	1,4 MB	1,4 MB
3,5 Zoll						
Festpl. MB	20/30	20/60	44-314	120	30-60	80-400

Alle obigen Daten beziehen sich auf das Ankündigungsjahr. Systemkommunikation konnte erfolgen via IBM Multi-Protokoll-Adapter für HDLC/SDLC; via IBM 3278/9-Adapter an Steuereinheiten 3274/6; via IBM Netzwerk-Basisband-Adapter für den Anschluß an das PC-Netzwerk und via TR-Adapter an das IBM TR-Netzwerk.

Ende 1987 waren 1 Million IBM PCs verkauft. Anfang der 1990er Jahre bietet der Markt inzwischen Hunderte von Anwendungsprogrammen in den Kategorien Text, Graphik, Tabellenkalkulation, Büro, Finanz, Steuer, Recht, Immobilien und anderen.

1990 **PS/1** mit Intel-Prozessor 80286, 32 Bit, 10 MHz Takt. Rechner und Bildschirm in einem Gehäuse. Konzipiert als *Home Computer*. Betriebssystem PC DOS V.4, später DOS V.5.

1992 Start der *Serie tragbarer Computer*, genannt **IBM ThinkPad** mit dem deutlich geringeren Gewicht von nur 2,3 -3,4 kg je nach Modell und Ausstattung. Die Maus wurde ersetzt durch einen TrackPoint auf der Tastatur. Betriebssystem war DOS V.5

ThinkPad-Modelle, Daten im Überblick:

Jahr Modell	1992 350 / 350C	1992 700/C	1992 720/C	1993 750/C/Cs/P
Proz.	i486SL	486SSLC	486SSLC2	486SL
Bus-Arch.	AT	Micro Channel	hannel	AT
Takt MHz	25	25	25/50	33
RAM MB	4 - 20	4 - 16	4 - 16	4 - 16
Cache KB	8	16	16	
Disk. LFW	1,4 MB	1,4 MB	1,4 MB	1,4 MB
3,5 Zoll				
Festpl. MB	125 / 250	80 / 120	160	170 / 340
int. Daten/ Fax-Modem				je 2 mal
Bildschirm	PCMCIA	FURY2	PCMCIA	PCMCIA
Diag., Zoll	9,5 9,2	9,5	9,5 10,4	10,4
Auflösung	640 x 480	640 x 480	640 x 480	640 x 480

Für **700 / 700C / 720 / 720C**: Optionaler Kommunikationsanschluß an LAN / Grossrechner mittels Micro Channel Adapter.

Die weitere Entwicklung der IBM PC Familien:

1994 **Aptiva, Home Computer**. 5 Modelle.32 Bit-166 MHz Prozessor; RAM 64 MB. Festplatte 8-17 GB, CD-ROM Laufwerk. PC DOS / Windows 95

1995 **Thinkpad 820 / 850 / 830**

1996 **ThinkPad 560**: "ultra-dünn und leicht", Wireless LAN

1998 ThinkPad **iSerie**

2000 10 Mio ThinkPads verkauft.

10.8.1 Abbildungsteil Systeme /390



ES/9000 Modell 900 System (1990)



ES/9000
Modell 120 Prozessor (1990)
in Rahmenbauweise.
Geöffnet, mit Sicht auf
Prozessor-Komponentenkarten.



S/390,
Server Multiprise 2000 (1996)
mit IBM Netzwerkstation
Quelle IBM S/390 Bulletin, 5-1998



S/390,
Enterprise Server G5 (1998)
Quelle:IBM S/390 Bulletin, 5-1998



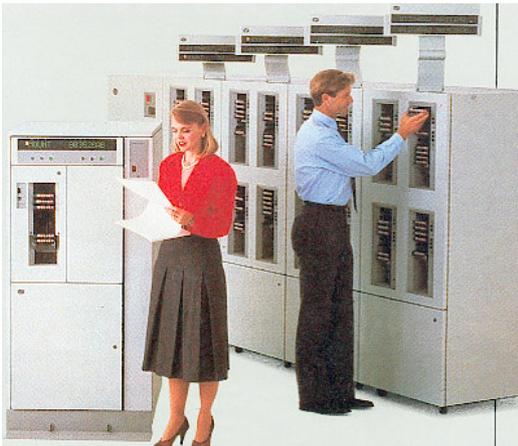
S/390,
Server Multiprise 3006 (1998),
in Neben-Tisch-Bauweise,
52 cm breit, 111 cm tief und 82 cm hoch
Quelle: IBM S/390 Bulletin, 11-1998

Die Leitzentrale eines großen Rechenzentrums* (1997). Von hier aus wurden alle Anwendungen und das DFÜ-Netz gesteuert und überwacht; das Großdisplay zeigte aktuelle Stände an. Zuverlässigkeit, Sicherheit und „auf der Höhe der Zeit sein“ waren die Maximen dieses IBM Kunden.

* Drei große IBM Rechner leisteten zusammen 3000 MIPS. Die installierte Direktzugriffsspeicherkapazität betrug 10 Terrabyte.



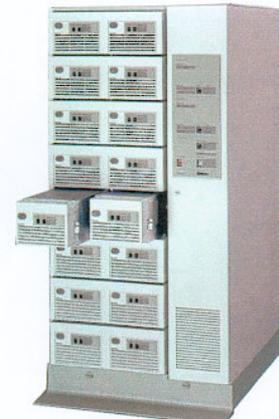
10. 8.2 Abbildungsteil Peripherie, RS/6000 und AS/400

**Magnetbandkassettensystem**

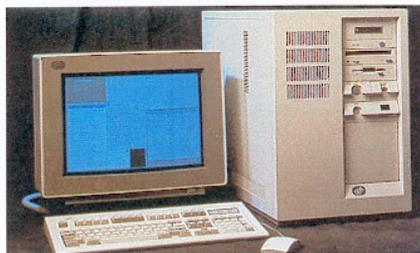
3490E (1991) für den mittleren Systembereich: Links Modell **D42** mit 2 Laufwerken und integrierter Steuereinheit. Rechts vier Modelle **B40** mit je 4 Laufwerken und Steuereinheit hinten links. Report 3-91

**Speichersubsystem**

9340 (1991) für den Betrieb an 3390 Steuereinheit mit Cache. Kapazität mit max. 64 Laufwerken pro Einheit max. **90,8 GB**. Manual GT12-5146

**RAMAC Disk Array Subsystem**

9394 (1994) mit integrierter Steuereinheit. 64 Laufwerke pro Subsystem haben 90,5 GB Speicherkapazität. IBM Marketing Info 8-94

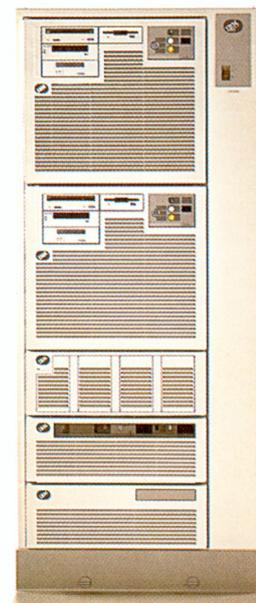


RS/6000 Modellgruppe **580/90** (1995), in Neben-/Unter-Tisch Bauweise für transaktionsorientierte/ rechenintensive/ Client/Server/ Graphik-Anwendungen.

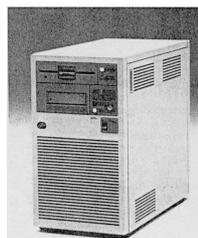
RS/6000 POWERserver Modellgruppe **R10, R20 und R24** (1995) in Gestell-Bauweise.

R24 war zu seiner Zeit der leistungsfähigste Uni-processor-Server am Markt.

IBM Direkt, 1995



AS/400 Modell **B60** (1988) in Rahmenbauweise (Quelle: Report 4-88)



AS/400 Einstiegsmodell **B10/20** (1989) als Neben-/Unter-Tischmodell



AS/400 als Server (2000), im Bild links Modell **840** und rechts Modell **250**

10. 8.3 Abbildungsteil Drucker und Drucker-Subsysteme (ohne PC-Drucker) nach IBM GF12-1975-2, 5-1997



Client Server Printer

4230/32
Matrixdrucker

4247
Matrixdrucker

6400
Matrix-Zeilendrucker

6252
Zeilendrucker

6262
Zeilendrucker

3130
Laser-Drucker



Network Printer

Network Printer 12
Laserdrucker

Network Printer 17
Laserdrucker

Network Printer 24 / 24 PS
Laserdrucker

Network Color Printer
Laserdrucker



Production Printer

3160-001
Laserdrucker

3900-0W3, A3 quer
Laserdrucker

3900-DW1 / DW2, A3 quer duplex
Laserdrucker



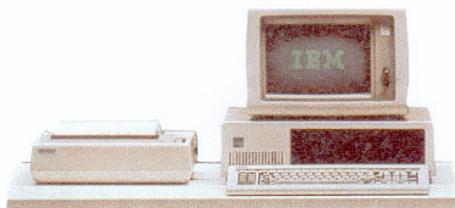
InfoPrint

4000-IS2, A3 quer
Laserdrucker

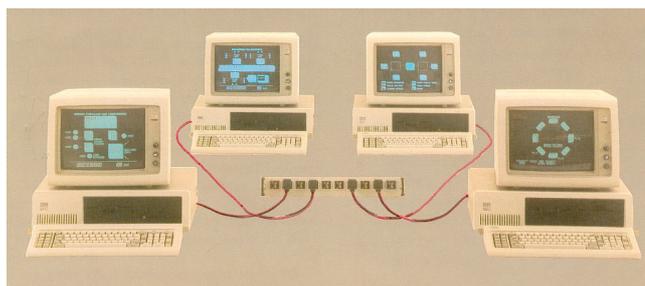
InfoColor 70
Vollfarb-LED-Drucker

Infoprint 4000, A3 quer / duplex
Hochauflösender Laserdruck

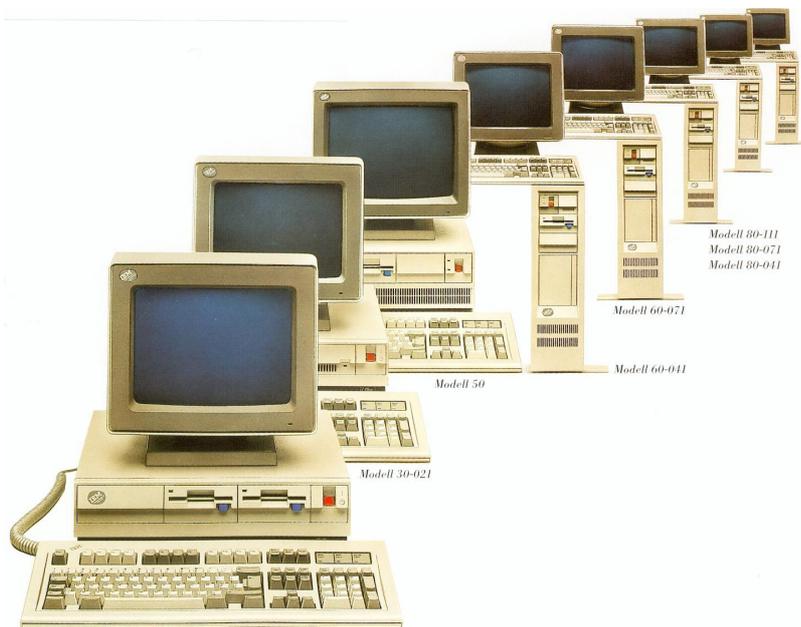
10. 8.4 Abbildungsteil Personal Computer Familien



IBM PC (1981), setzte Industriestandard.



Modulares IBM Token-Ring System (1986), für den Aufbau lokaler PC-Netzwerke, bestehend aus Adapterkarte (je für PC, XT und AT), PC-Adapterkabel und Ringleitungsverteiler. Das IBM Labor Rüschnikon entwickelte die Architektur.



PS/2 Serie PC's (1987-1992)



PS/1 (1990)



Aptiva (1994): „Multimedia“



ThinkPad Serie (1992), Modelle 350, 350C, 700, 700C.



ThinkPad iSerie (1998).

10. 8.5 Quellennachweise

IBM Schrifttum

System/390

- W.T. Fiscofer: „VM/ESA, A Single System for centralized and distributed Computing“, IBM Sytems Journal Vol.30, No.1, **1991**
- M. M. Szabat & G. E. Meyer: „IBM Network Management Strategie“, IBM Sytems Journal Vol.31, No. 2, **1992**
- DFSMS/MVS und DFDSM, IBM Deutschland Marketinginfo. 19. 5-**1992**
- Kassettenarchivsystem IBM 3495, IBM Deutschland Marketinginfo 19. 5-**1992**
- Magnetbandsystem IBM 3490E, Produktinformatio. GT12-4273-5 (9-**1993**)
- AS/400-Weiterentwicklung, 14 neue F-Modelle, IBM Deutschland Marketinginfo. 16..2-**1993**
- IBM RAMAC Array Subsystem 9570, Produktinfo. GT12-5147-0 (6-**1994**)
- ES/9000 Produktübersicht: Die ProzessorfamilieIBM ES/9000, IBM Form GF12-1718-7, 4-**1994**
- ES/9000 Reference Guide, IBM Form G511-3237-00, 4-**1994**
- RAID. Das Maß für Datensicherheit, IBM Produktinfo. GF12-**1994**
- Magnetplattensteuereinheit IBM 3990 M6, IBM Produktinfo. GT12-5000, 6-**1994**
- Kassettenarchivsystem IBM 3494, Produktinfo. GT12-4915-3, 4-**1995**
- Magstar Bandsystem IBM 3590, Produktinfo. GT12-5079-1, 6-**1995**
- Network Technologies and Systems, IBM Systems Journal Vol. 34, No.3, **1995**
- S/390 Multiprise 2000, Produktübersicht, IBM Form GF12-2151-0, 9-**1996**
- S/390 Multiprise 2000 System Overview, IBM Form GA22-7152-0, **1997**
- S/390 Parallel Enterprise Server and OS/390 Reference Guide, IBM Form G326-3070-3, 5-**1998** sowie IBM Form G326-3070-10, 7-**1999**
- IBM S/390 Server G5 / G6, R&D Journal od IBM R&D, Vol 43, No. 5/6, 9-11-**1999**
- IBM S/390 Multiprise 3000, Reference Guide, IBM Form G326-3081-02, 10-**2001**

Systeme RS/6000, AS/400 und PC's

- PC Convertible Architecture, Personal Computer Seminar Proceedings, Form IBM G320-9327-00, 4-**1986**
- IBM Token-Ring Netzwerk, Überblick, IBM Form GT12-3335-1, 9-**1986**
- Personal System/2, Hardware-Basis, IBM Form GT12-9935-4, **1988**
- AS400, Fortschritt, Neue Modelle, IBM Deutschland Marketinginfo. 5.9. **1989**
- IBM RISC System/6000 processor, Journal of IBM R&D Vol. 34, No.1, **1990**
- Personal Systems Technical Solutions, Hardware & Software, IBM Form G325-5009-00, Issue 4-**1990**
- ThinkPad Mobile Systems IBM Form GF12-1662-0, 8-**1993**
- AS/400, Neue Modellreihe, IBM Deutschland Marketinginfo 6-**1994**

Bildnachweise

- 9570 Array Subsystem-Graphik: Marketinginfo. 9-**1991**
- IBM Drucksysteme, Produktinformation „Ihre Druckanforderungen-unsere Lösungen“, Form GF12-1975-2, 5-**1997**
- Networking Solutions from IBM; Catalogue, 10-**1996**
- IBM Bulletins **1998**
- AS/400 INFO, Sonderausgabe Nr 3, 2. August **2000**

Fachliteratur

- D.A. Patterson, Garth Gibson and Randy H. Katz: „A case for Redundant Arrays of inexpensive Disks (RAID)“, Report No. UCB/CSD 87/391 December **1987**, Computer Science Division (EECS) University of California Berkeley
- Jim Hoskins: IBM ES/9000, A Business Perspective, Wiley & Sons Inc. **1992**
- M.B. Friedmann: *RAID keeps going and going and...*IEEE Spectrum, April **1996**
- Jim Hoskins and George Coleman: *Exploring IBM S/390 Computers*, Maximum Press **1999**
- AS/400e System Handbook, GA19-5486-20, 5-**2000**
- CD / DVD / Schreib/Leseverfahren, Wattrudt IBM Mainz
- Brian W. Kelly: The All-Everything Machine, **2005**, ISBN 09745852-3-8

E10, Systemcharakteristiken, Überblick 1990 - 1994

Architektur	ESA/390	
Schaltkreistechnik	IBM MLC/MCM (1979)	CMOS für alle Systeme
Hauptspeicher Chip	16 Mb	64 Mb
Betriebssystem	MVS/ESA AIX/ESA VM/ESA VSE/ESA	
Datenspeicherung & Zugriff	Datasharing	
Betriebsart	Sysplex (bis 8 x MVS)	Parallel-Sysplex (bis 32 x MVS)
Telekommunikation	SNA/APPN	Open Blue Print

IBM System /390

	1990	1991	1992	1993	1 9 9 4
ES / 9 0 0 0					
IBM 9021	340- basierend		520- basierend		711- basierend 9X2
Anzahl Prozessoren	5+5 4+4 4+3 3+3 3+2 2+2 4 2+1 3 1+1 2 1 1	720 620 580 500 340 330	900 860 820 740 660 640	860 820 740 660 640	982 972 962 952 942 941 832 831 822 821 711
IBM 9121	320 basierend		511 basierend		
Anzahl Prozessoren	2+2 2+1 1+1 2 1+1 2 1 1 1 1 1	610 570 490 480 440 320 260 210 190	320	180	742 732 622 621 522 521 511 411 311
IBM 9221	170 basierend		200		211 basierend
Anzahl Prozessoren	2 2 1 1 1 1	170 150 130 120	200	421 221 211 201 191	

Parallel Transaction Server 9672

Mod. CEC Proz.

E08	8	16-48
E07	7	14-42
E06	6	12-36
E05	5	10-30
E04	4	8-24
E03	3	6-18
E02	2	4-12
E01	1	2-6

Parallel Query Server 9673

Mod. CEC Proz.

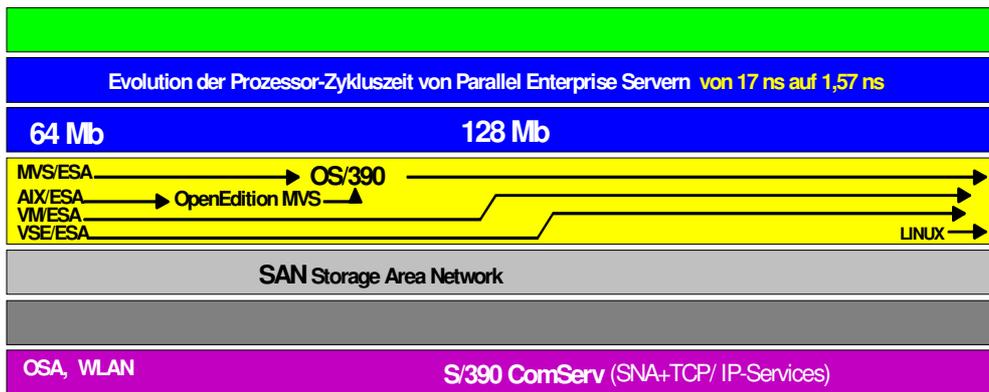
008	8	48
007	7	42
006	6	36
005	5	30
004	4	24
003	3	18
002	2	8-12
001	1	2-6

Legende:

- CEC= Central Electronic Complex
- Proz.= Anzahl Prozessoren

xbsend1.dsf

E10, Systemcharakteristiken, Überblick 1994 - 1999



IBM System /390, Parallele Enterprise Server IBM 9672

	1994	1995	1996	1997	1998	1999		
	R1 ns 17	R2 15	R3 12	G3 6,6 6,1 5,9	G4 3,3 3,1 2,7	G5 2,6 2,6 2,4 2,0	G6 1,8 1,57	
Prozessoranzahl	12						XZ7 ZZ7	
	11						XY7 ZY7	
	10		RX3	RX4 RY4	RX5 RY5	RX6 YX6	XX7 ZX7	
	9			R94	R95	R96 Y96	X97 Z97	
	8		R83	R84	R85	R86 Y86	X87 Z87	
	7		R72 R73	R74	R75	R76 Y76	X77 Z77	
	6	R61	R63	R64	R65	R66 Y66	X67 Z67	
	5	R51	R52 R53	R54	R55	R56 Y56	X57 Z57	
	4	R41	R42	R44	R45	RD6 R46 Y46	X47 Z47	
	3	R31	R32	RC4 R34	RC5 R35	RC6 R36 Y36	X37 Z37	
	2	R21	R22	RB4 R24	RB5 R25	RB6 R26 T26 Y26	X27 Z27	
	1	R11	R12	RA4 R14	RA5 R15	RA6 R16 T16 Y16	X17 Z17	
1		RA2						
Multi-prise 2000	5		156	257		Multi-prise 3000		
	4		146	247				
	4			246				
	3		136	237				
	3		1C5	2C5				
	3		135					
	2		126	227			IBM 7060	H70
	2		125	225				
	2		124	224				
	1		116	216				H50
1		115	215			H30		
1		107	207					
1		106	206					
1		105	205					
1		104	204					
1		103	203					
1		102	202					
				StarterPak IBM 3000	S/390 Integrated Server IBM 3006			
PC Server, Modell	500	520	330	mit Einsteckkarte P/390				
RS/6000,	diverse Modelle			mit Einsteckkarte R/390				

xbsend2.dsf

Resümee

Hinter den 10 dargestellten Epochen der IBM Datenverarbeitung steht eine Entwicklung, die ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ihresgleichen sucht.

Die Erkenntnis „Das Ganze ist mehr als die Summe der Teile“ fordert es, Wesentliches dieser 50 Jahre EDV - die selbst schon auf dem Hintergrund von 50 Jahren DV stehen - im Zusammenhang zu präsentieren: mit diesem Resümee.

Die Entwicklung der Datenverarbeitung durchlief ab den 1960er Jahren durch die von der Halbleitertechnik gebotenen, der EDV Branche genutzten und den Anwendern vieler Branchen und Bereiche eingesetzten Systeme eine Dynamik, zu denen es in anderen Technikbereichen kaum eine Parallele gibt.

Drei gewichtige Faktoren waren 1. das von Anfang an nicht absehbare, enorme Entwicklungspotential monolithischer Schaltungstechnik und ebenso magneto-motorischer Speichertechniken; 2. der Brückenschlag zwischen Computertechnik und Telekommunikation und der daraus hervorgegangenen Vielfalt von Computernetzen und 3. die Verbreitung des PC's als betrieblich und privat genutztes Standardwerkzeug.

Inhalt	Seite
Titelseite Resümee	R - 1
Teil 1 <i>Rückblick - Ausblick.</i>	R - 2-3
Teil 2 <i>Ausgewählte Themen in zeitlicher Zusammenschau</i>	
• DV Anwenderpioniere im 20. Jahrhundert	R - 4
• Entwicklung von Architektur und Instruktionssatz seit S/360	R - 5
• Betriebssysteme	R - 6-7
• Großsysteme	R - 8-9
• Periphere magneto-motorische Direktzugriffsspeicher	R -10-13
• Periphere magneto-motorische sequenzielle Speicher	R -14
• Kleinsysteme	R- 15-16
• Computertechnologie	R- 17-19
• Technisch/Wissenschaftliches Rechnen mit IBM	R- 20-21
• Software Referenzverzeichnis	R- 22
Teil 3 Die Autoren.	R- 23

Teil 1: Rückblick - Ausblick.

Die Entwicklung der Daten- und Informationstechnik verläuft so dynamisch, dass es auch den direkt Beteiligten oft schwer fällt, die längerfristigen Veränderungen zu erkennen. Aber schon ein Rückblick, beispielsweise über ein Jahrzehnt, lässt den Wandel deutlich werden. Ein Überblick über den vollen Zeitraum der ungefähr 100 Jahre seit dem Beginn der elektromechanischen Datenverarbeitung, mit der Einführung des Hollerith-Lochkartenverfahrens, der in diesem Buch dargestellt wird, verdeutlicht die fast unglaubliche Veränderung, die sich in diesem Zeitraum vollzogen hat, die rasante Geschwindigkeit dieser Entwicklung und die ungeheure technische Innovation und Entwicklungsleistung, die das ermöglichte.

Insbesondere der Übergang auf die Elektronische Datenverarbeitung mit der Erfindung des Computers hat eine Entwicklung ausgelöst, deren Geschwindigkeit ohne Beispiel ist. In diesem Zeitraum von knapp 50 Jahren haben sich die wesentlichen Leistungswerte wie Systemleistung, Speicherkapazität und Übertragungsraten, jährlich um 25 bis 30% erhöht. Der Server G6 (1999) bietet fast die 200.000-fache Systemleistung des ersten Computers der IBM, der 701 aus dem Jahre 1952, ein einzelner Prozessor der G6 allein die fast 23.000-fache Systemleistung.

Gleichzeitig sind die relativen Aufwendungen für die Verarbeitungsleistung, wie Kosten, Raum und Energiebedarf gesunken. Die Rechenkosten in US \$ beispielsweise haben sich von der 701 bis zur G6 um den Faktor 30.000 reduziert. Das entspricht einer Verbesserung des Preis/Leistungsverhältnisses um durchschnittlich 20%

pro Jahr. Durch die Veränderung der Währungsrelation zum US \$ in diesem Zeitraum ist der Effekt in DM bzw. € sogar noch deutlich höher.

Mit nur geringen Schwankungen verliefen diese Entwicklungen relativ gleichmäßig, wobei allerdings der Übergang auf die CMOS Technologie sowohl bei der Leistungssteigerung wie

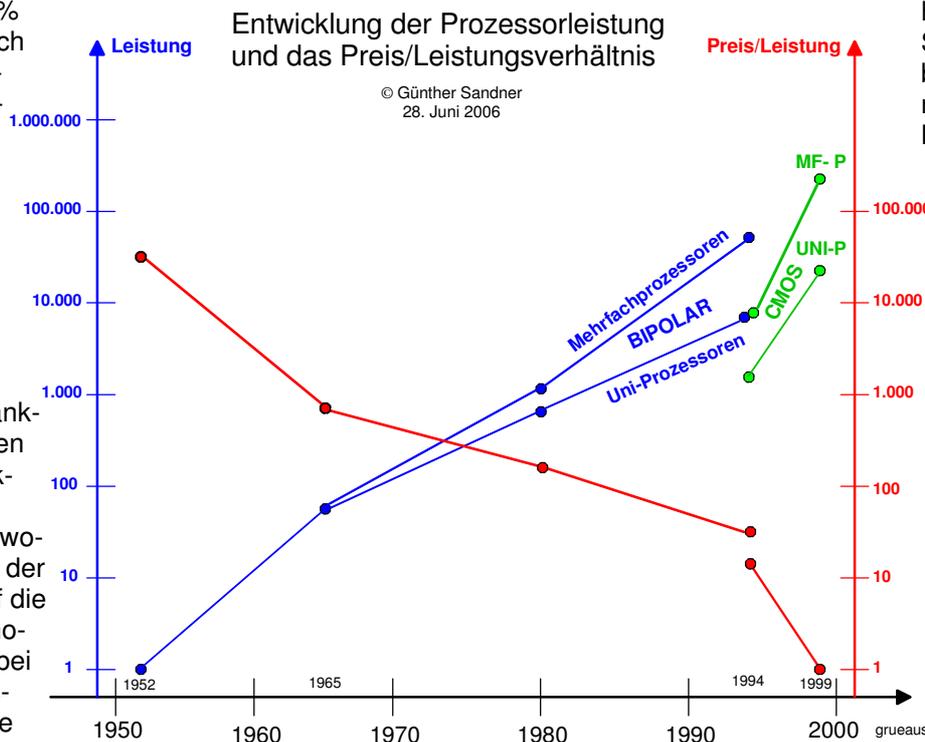
auch bei Kostenreduzierung noch eine deutliche Steigerung bewirkte.

Leistungssteigerungen und Funktionserweiterungen bei gleichzeitiger Verbesserung des Preis/Leistungsverhältnis vollzogen sich in gleicher Weise bei allen Komponenten eines Systems. Um nur zwei Beispiele herauszugreifen: Die Größe des Hauptspeichers wuchs um mehr als das millionenfache, während die Kosten für das Speichern auf Platten speichern seit RAMAC 305 in 1956 um den Faktor 260.000 abnahm.

Durch diese Entwicklungen wurden fast immer weitere Einsatzbereiche für die Datenverarbeitung erschlossen, mit den direkten Auswirkungen nicht nur auf die betrieblichen oder institutionellen Informationsabläufe, sondern z.B. über eMail und Internet für jeden einzelnen Bürger.

Es gibt praktisch keinen Bereich mehr, von der Stromversorgung bis zur ärztlichen Betreuung, der noch ohne die direkte Unterstützung durch Computer arbeiten kann. Die daraus resultierende Abhängigkeit von der Verfügbarkeit des Systemservice führte zu zwingenden Anforderungen an Zuverlässigkeit und die Betriebssicherheit der Systeme.

War es bei den frühen Röhrenmaschinen völlig ausreichend, bei einem Fehler das betroffene Programm zu wiederholen, kann heute schon ein kurzzeitiger Systemausfall weitreichende Folgen mit unkalkulierbaren finanziellen Auswirkungen haben. Basierend auf Technologien mit hohen Verfügbarkeitseigenschaften und vielfältigen Einrichtungen in Hard- und Software, von der automatischen Hardware-Fehlerkorrektur bis zur dynamischen unterbrechungsfreien Rekonfiguration von Systemkomponenten, einschließlich Prozessoren, wird ein hohes Maß an Systemverfügbarkeit erreicht. Die MTBM (mean time between failure) liegt bei den aktuellen Servern im Bereich mehrerer Jahrzehnte. Nach einer Untersuchung der Gartner-Group von 1998 liegt die Verfügbarkeit für OS/390 im Parallel Sysplex bei 99,998%, dem besten Wert aller unter-



suchten Systeme.

Nach 2000, nach dem in diesem Buch behandelten Zeitraum, ist die technische Entwicklung mit unverändertem Tempo weitergelaufen.

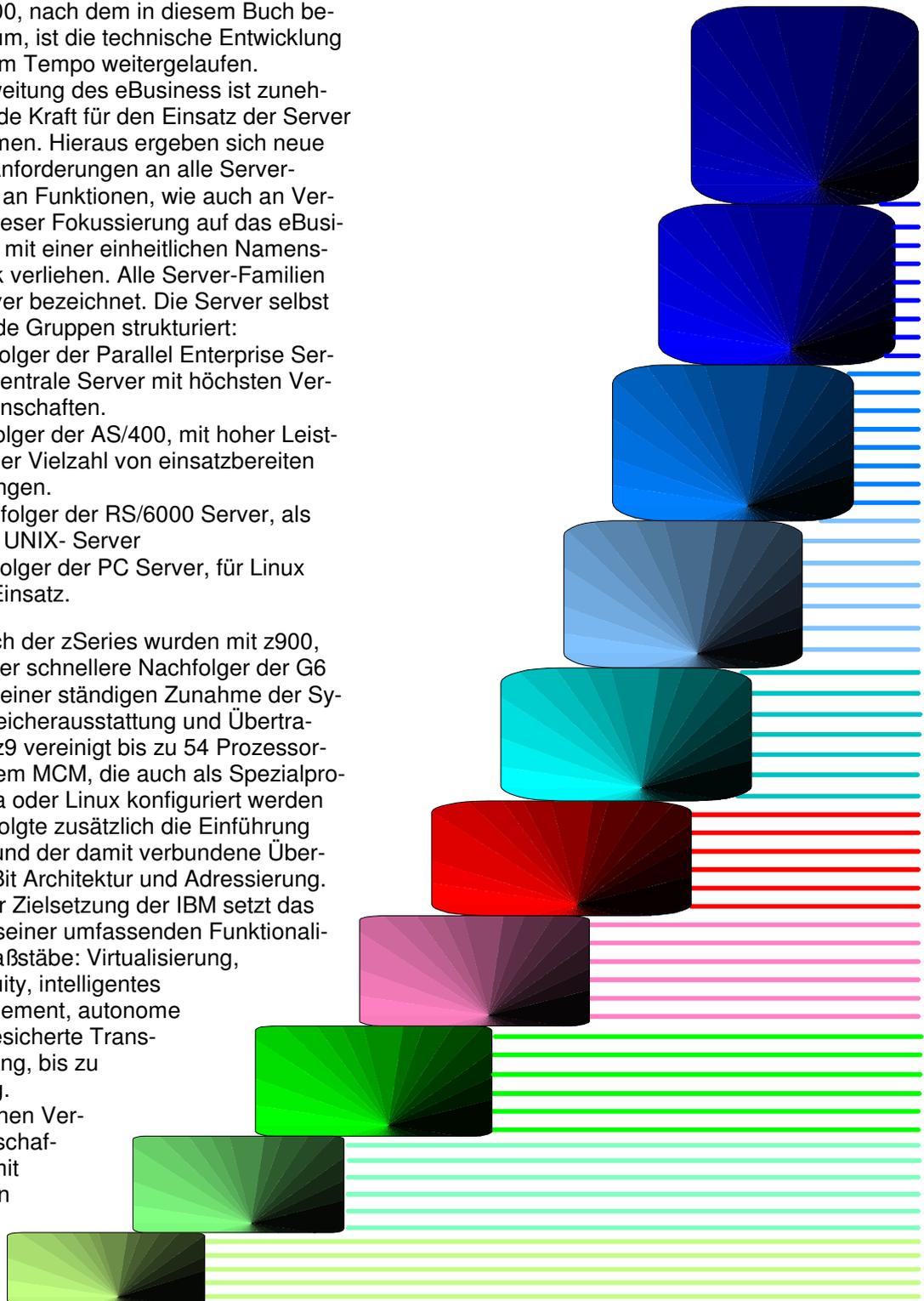
Die Ausweitung des eBusiness ist zunehmend die treibende Kraft für den Einsatz der Server auf allen Plattformen. Hieraus ergeben sich neue und veränderte Anforderungen an alle Server-Familien, sowohl an Funktionen, wie auch an Vereinheitlichung. Dieser Fokussierung auf das eBusiness wurde auch mit einer einheitlichen Namensgebung Ausdruck verliehen. Alle Server-Familien werden als eServer bezeichnet. Die Server selbst wurden in folgende Gruppen strukturiert:

- **zSeries**, Nachfolger der Parallel Enterprise Server, als große zentrale Server mit höchsten Verfügbarkeitseigenschaften.
- **iSeries**, Nachfolger der AS/400, mit hoher Leistung und mit einer Vielzahl von einsatzbereiten Business-Lösungen.
- **pSeries**, Nachfolger der RS/6000 Server, als leistungsstarke UNIX- Server
- **xSeries**, Nachfolger der PC Server, für Linux und Windows Einsatz.

Im Bereich der zSeries wurden mit z900, z990 und z9 immer schnellere Nachfolger der G6 angekündigt, mit einer ständigen Zunahme der Systemleistung, Speicherausstattung und Übertragungsraten. Die z9 vereinigt bis zu 54 Prozessor-einheiten auf einem MCM, die auch als Spezialprozessoren für Java oder Linux konfiguriert werden können. 2000 erfolgte zusätzlich die Einführung der zArchitektur und der damit verbundene Übergang auf die 64 Bit Architektur und Adressierung. Entsprechend der Zielsetzung der IBM setzt das System z9 dank seiner umfassenden Funktionalität völlig neue Maßstäbe: Virtualisierung, Business Continuity, intelligentes Workload-Management, autonome Funktionen, abgesicherte Transaktionsverarbeitung, bis zu 100% Auslastung.

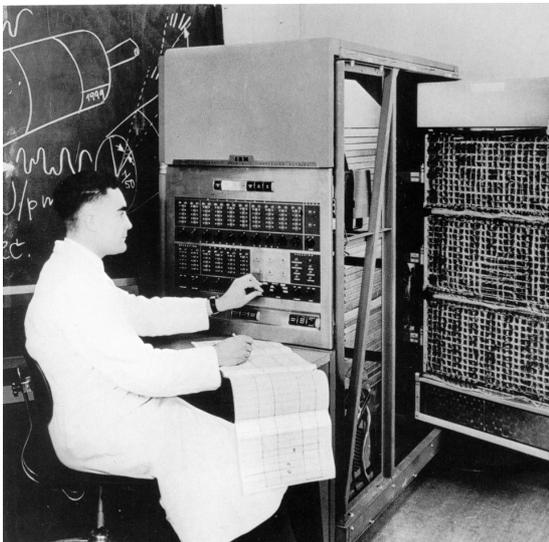
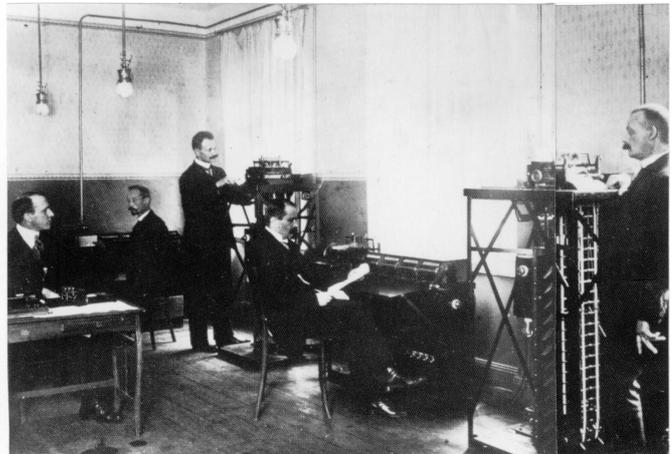
Diese hohen Verfügbarkeitseigenschaften, zusammen mit den Möglichkeiten die Kapazität flexibel an sich verändernde Anforderungen anzupassen, bestimmen die zentrale Aufgabe von z9 und z/OS als Träger des On Demand Business. Damit können die Geschäftsprozesse unter Einbeziehung von Lieferanten und Kunden „End-to-End“ im gesamten Unternehmen integriert werden, mit der Möglichkeit, flexibel und schnell auf Kundenwünsche, Marktchancen und Wettbewerber zu reagieren. Mit Virtualisierungstechniken, die eine zunehmende Unabhängig-

keit der Anwendungsebene von der zu Grunde liegenden Hardware bewirken, können die Workload Management- und Steuerungsfunktionen des z/OS über unterschiedliche Architekturen verfügbar gemacht werden. WEB- und Businessanwendungen können damit integriert und mit dem vollen Funktionsumfang der zentralen Server auf der gesamten IT-Struktur bereitgestellt werden.



Datenverarbeitung-Anwenderpioniere im 20. Jahrhundert: Kunden der Deutschen DEHOMAG und Kunden der IBM.

Die Farbenfabriken Bayer & Co. Elberfeld, - später Bayer AG Leverkusen - war das erste Unternehmen, das 1911 das Hollerith-Verfahren einsetzte. Maschinen und Verfahren lieferte die Deutsche Hollerith Maschinen Gesellschaft mbH Berlin, die 1910 gegründet worden war. Das Bild rechts zeigt i.d. Mitte die „noch nicht druckende“ Tabelliermaschine mit vier Rechenwerken. Im Bild ganz rechts eine Sortiermaschine, die die Lochkarten maschinell mit 4.000 K/h in die Reihenfolge sortierte, die die vorzubereitende Anwendung auf der Tabelliermaschine erforderte.



Die Allianz AG München setzte als erstes deutsches Unternehmen den speicherprogrammierten Computer 650 der IBM zur Berechnung umfangreicher, versicherungsmathematischer Aufgaben ein. Im Bild links Herr Dr. H.W. Schäfer, Diplommathematiker an der Steuerkonsole im Allianz-Rechenzentrum nach erfolgreicher Installation im Januar 1956.

Die IBM Deutschland GmbH lieferte den in USA produzierten Rechner, denn die 650-Produktion der IBM Deutschland GmbH (damals Sindelfingen) befand sich gerade erst im Anlauf.

Die Sparkasse der Stadt Saarbrücken verband als erstes deutsches Geldinstitut ihre Zweigstellen mit der Hauptstelle per Datenfernverarbeitung in 1967: Die Zentrale war mit einem S/360-30 Platte-Band-System mit DOS und dem selbst entwickelten Sofortdispositions- und Informationssystem (SODIS) der Sparkasse der Stadt Saarbrücken ausgerüstet.

Die „Kassenbox von damals“ rechts i. Bild in einer der Filialen mit der Schaltermaschine IBM 1062, die zügige Kundenbedienung durch DFÜ-Anbindung an die zentrale Hauptstelle brachte.



Drei für ihre Zeit markante, stellvertretend für andere ausgewählte Kunden, die DV / EDV Pionierarbeit leisteten:

K u n d e n d e r I B M .

R- Entwicklung von Architektur und Instruktionssatz seit IBM System /360 bis zum Ende des 20. Jahrhunderts als Überblick. Der Terminus *Architektur* ist unter E 7.2 definiert.

Architektur	Jahr	Anzahl Instruktionen	Funktionen	Adressierung (Adressraum)	Eingabe/Ausgabe	Transfer-Rate
/360	1964	143	Universelle Systemarchitektur	Real: 24 Bit (16 MB)	- Standard-EA-Schnittstelle - Selektorkanal, - MPX-Kanal,	1,3MB/s 96 KB/s
	1968 1970	151	Zusätzliche Gleitkommainstruktionen		2880 BMX-Kanal,	1,5 MB/s
/370	1970	164	Control Register, Byte Grenzen, Erweiterte Zeitfunktionen.	Real und Virtuell 24 Bit (16 MB)	2880-Zusatzeinrichtung „two byte interface“	2 x 1,5 MB/s
	1972	174	Virtueller Speicher.			
	1973	183	Multiprozessorunterstützung	Real 26 Bit (64 MB)		
	1981	204	Dual Address Space			
	1983	208			Datastreaming (eingeführt mit DASD 3380)	3 MB/s
370-XA	1982	209	Erweiterte Adressierung	Real und Virtuell 31 Bit (2 GB)	Dynamisches Kanalsubsystem	
	1985 1986		Erweiterungsspeicher Vektorprozessor, 171 zusätzliche Instruktionen			
	1987	211	Sortierunterstützung, Logische Systemteilung (PR/SM).			
ESA/370	1988	228	Access Register, Home Address Space.	Datenräume 2 GB		4,5 MB/s
	1989	229	Move Page			
ESA/390	1990	233	DB2 Sort Assist, Asynchronous Data Mover Facility (ADMF), Subsystem Storage Protection, Datenkomprimierung, Zusätzlich 180 Vektor-Instruktionen.		ESCON-Kanäle,	10 MB/s
	1991 1994				ESCON-Kanäle OSA Open System Adapter für LAN Anbindungen	17 MB/s 10/100 Mb/s
	1995 1997 1998	255 382	Immeadiante Instruktionen. - IEEE Binäres Gleitkomma - Hexadezimal Gleitkomma-erweiterung. - Unicode Translation Facility.		FICON-Kanäle,	100 MB/s
	1999 2000	386 414	Queued Direct I/O (QDIO) z/Series-Instruktionen.		OSA Express, mit Gigabit Ethernet	24 GB/s
z/Architektur	2000	564	- Trimodaler Betrieb (24/ 31/ Bit). - Intelligent Resource Director IRD - Hypersockets	Real und Virtuell 64 Bit (16 EB)		

Quellenangaben.

- C.J. Bashe, W. Buchholz, G.V. Hawkins, J.J. Ingram and N. Rochester: „The Architecture of IBM's Early Computers“, IBM Journal of R&D, 25th anniversary 1981
- IBM S /360 Principles of Operation, Form A 22-6821, 1964
- A. Padeogs: „System /360 and Beyond“, IBM Journal of R&D, 25th anniversary 1981
- IBM S /370 Principles of Operation, Form GA22 - 7000
- IBM S /370 XA, Principles of Operation, Form SA22-7085
- A. Padeogs: „System /370 Extended Architecture: Design Considerations“, IBM Journal of R&D, Vol. 27, No. 3, 1983
- IBM Enterprise Systems Architecture ESA/370, Principles of Operation, Form SA22-7200
- IBM Enterprise Systems Architecture ESA/390, Principles of Operation, SA22-7201
- IBM z/Architecture, Principles of Operation, Form SA22-7832
- IBM eServer z900, Journal of IBM Research and Development, Vol. 46, Nb. 4/5, September 2002: Form G 322 - 0232 - 40

R- Vorgeschichte IBM Betriebssysteme.

Tausendfache Geschwindigkeit durch elektronisches Rechnen - gegenüber elektromechanischem - und das Konzept des speicherprogrammierten Computers eröffnete Anwendungsflexibilität wie nie zuvor. Die Dinge hatten ihren Preis, d.h. es galt, die neuen Ressourcen optimal zu nutzen. Mitte der 1950er Jahre wurde erkannt, daß unterschiedlichste Programme doch teils gleichartige Strukturen beinhalten im Hinblick auf *Verwaltungsfunktionen von Speicher und E/A-Geräten und im Hinblick auf „Eingabe/Ausgabe-Funktionen“*. Warum diese also immer wieder - in adaptierter Form - neu schreiben? Zum zweiten wurde „teurer Leerlauf“ festgestellt, wo es um den *Übergang von einer auf die folgende Anwendung ging*. Während dieser Zeit des Beendigungs - Entfernen von Bandspulen, Kartendecks, Drucker-

formularen etc. und des Vorbereitens aller E/A-Geräte bis zum Laden des folgenden Anwendungsprogrammes stand das gesamte System still. Je kürzer die Programme, um so mehr schlug die unvermeidliche Rüstzeit - auch an vielen Schaltern und Knöpfen - zu Buche. Anwender versuchten, gemäß ihren Anforderungen, Steuerungsprogramme zu schreiben, die die Nutzung der Systemressourcen verbessern und Bedienungsfehler verringern sollten. Sie nannten diese Programme „*Monitor, Control Program, Supervisor*“. Und wiederum wurden für Fachleute Gemeinsamkeiten in den Strukturen dieser Monitore offenbar. IBM begann, generalisierte Programme als „**Betriebssysteme**“ bereitzustellen, die die Nutzer an ihre individuellen Erfordernisse anpassen konnten. Diese Entwicklungsstufen von den Anfängen bis in die 70er Jahre skizziert die folgende tabellarische Aufstellung.

Generation	Computer-Handhabung und Betrieb	Ausdehnung der Hardwarefunktionen	Ausdehnung der Anwendungsfunktionen
Betriebsablauf z.B. 701 (1952) (kein Betriebssystem)	<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle Eingriffe in den Programmablauf. • Keine Unterstützung für mehr als eine Anwendung gleichzeitig 	<ul style="list-style-type: none"> • Symbolischer Assembler • Linking Loader 	<ul style="list-style-type: none"> • Unterprogramm-Bibliothek in Lochkartenkästen (manuell bereitzustellen)
Erste Betriebssysteme Mitte 50er Jahre: FMS (FORTRAN - Monitor-System) und IBSYS für 704, 709 und 7094. 1410 Betriebssystem (1963)	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisches Job-Batching • Manuelle Gerätezuordnung, Einsatzplanung und setup • Keine Unterstützung für mehr als eine Anwendung gleichzeitig • IOCS unterstützt E/A Programmierung (labels, blocks, buffers, retries ect) 	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Programmiersprachen FORTRAN, COBOL. • Einfache Datenzugriffsdienste u. automatischer Wiederanlauf nach Fehlern. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unterprogramm-Bibliotheken auf Magnetband und automatischem Zugriff • Einfacher Support für Overlays (Programm > HS fordert Modul 1 im Hauptspeicher & Modul 2 im externen Speicher.
S/360 (1964) <i>Die S/360 Architektur setzt ein Betriebssystem voraus</i> OS/360 Siehe auch • PCP Chart • MFT Seite • MVT Seite DOS 113	<ul style="list-style-type: none"> • Multiprogramming • Einfaches Workload-Mgmt. • Einfaches Tuning für E/A- und Hauptspeicherplatz • Spooling, Remote Job Entry • Bediener-Führung durch das Betriebssystem • Einfacher Anwendungsschutz • Anfänge des Multiprocessing • Interaktiver, individueller Betrieb (Time Sharing Option) 	<ul style="list-style-type: none"> • Weitere höhere Programmiersprachen: PL/I, ALGOL, APL, BASIC. • Geräte-unabhängiger Datenzugriff • Vielfältige DASD-Zugriffsmethoden. • Einfache SW-ERP, volle HW-ERP (Error Recovery Procedure). • Supervisor Call Routinen 	<ul style="list-style-type: none"> • DASD-Unterprogramm-Bibliotheken. • Voller Support für die Nutzung der Overlay-Methode (siehe oben). • Einfache, automatische Programm-Fehlersuchhilfen. • Checkpoint/Restart. • Anfänge „Anwendungs-Subsystem“.
S/370 (1970) OS/VS1 Siehe OS/VS2-SVS auch OS/VS2-MVS Chart DOS/VS Seite 113 VM/370	<ul style="list-style-type: none"> • Integriertes Multiprocessing für eng und lose gekoppelte CPU's • Workload-Mgmt.-Erweiterung • Integrierte Meßroutinen für automatisches Tuning • Weniger Bediener-Entscheidungen und manuelle Eingriffe • Voller Schutz der Anwendungen untereinander. Daten- und Programm-Authorisierung. • Einfache Speicherhierarchie für Daten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Virtueller Speicher • Erweiterte E/A-Geräte-Unabhängigkeit • HW-Fehler Recoveryverfahren erweitert für Prozessor und Kanäle • Beginn der Migration von Betriebssystemfunktionen in Mikroprogrammerroutinen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wachsende Bibliotheken. • Der Virtuelle Speicher ersetzt Overlay-Verfahren. • Symbolische Programm-Fehlersuchhilfen • Einfache Daten-unabhängigkeit. • Intergration von Anwendungs-Subsystemen. • Software-Fehler Recovery Verfahren für System und Anwendungen.

Betrachtet man Effizienz- und Bedienungskomfort-Fortschritte nach Volumen, so ist festzustellen, daß FMS eine einzige Bandspule, die Überleitung von Pn auf Pn+1 gerade mal die 100 untersten Speicherworte der 704 erforderte. MVS (1974) brachte es auf 17 Bandspulen - etwa 520 Megabyte - dieser Trend setzte sich fort mit leistungsfähigerer Hardware, Telekommunikation und fortgeschrittenen Steuerungsalgorithmen.

R- IBM Betriebssysteme von S/360 bis zur z/Architektur im Überblick.

Anwender haben ab System /360 ihr Rechnermodell für einen angesetzten Systemdurchsatz gewählt. Die damit verbundene max. Hauptspeichergröße bestimmte zusammen mit den Anwendungsarten die Kategorie des Betriebssystems.

Grossysteme: Dafür standen die Multiprogramming-Betriebssysteme OS/MFT (with a fixed number of tasks) und OS/MVT (with a variable number of tasks) zur Wahl, beide wurden für S/370 weiterentwickelt zur Nutzung des Virtuellen Speichers (E 8.1.4). Der ein Vierteljahrhundert andauernde Erfolg der MVS-Familie basiert auf der Realisierung ihres Designzieles: „Höchste Betriebssicherheit“.

Mittlere/kleinere Systeme: Das Disk Operating System DOS wurde zum vorherrschenden BS durch Plattenspeicher 2311, reine Magnetband-Anwendungen wurden zur Ausnahme, das TOS zu /370-Zeiten bereits nicht mehr unterstützt.

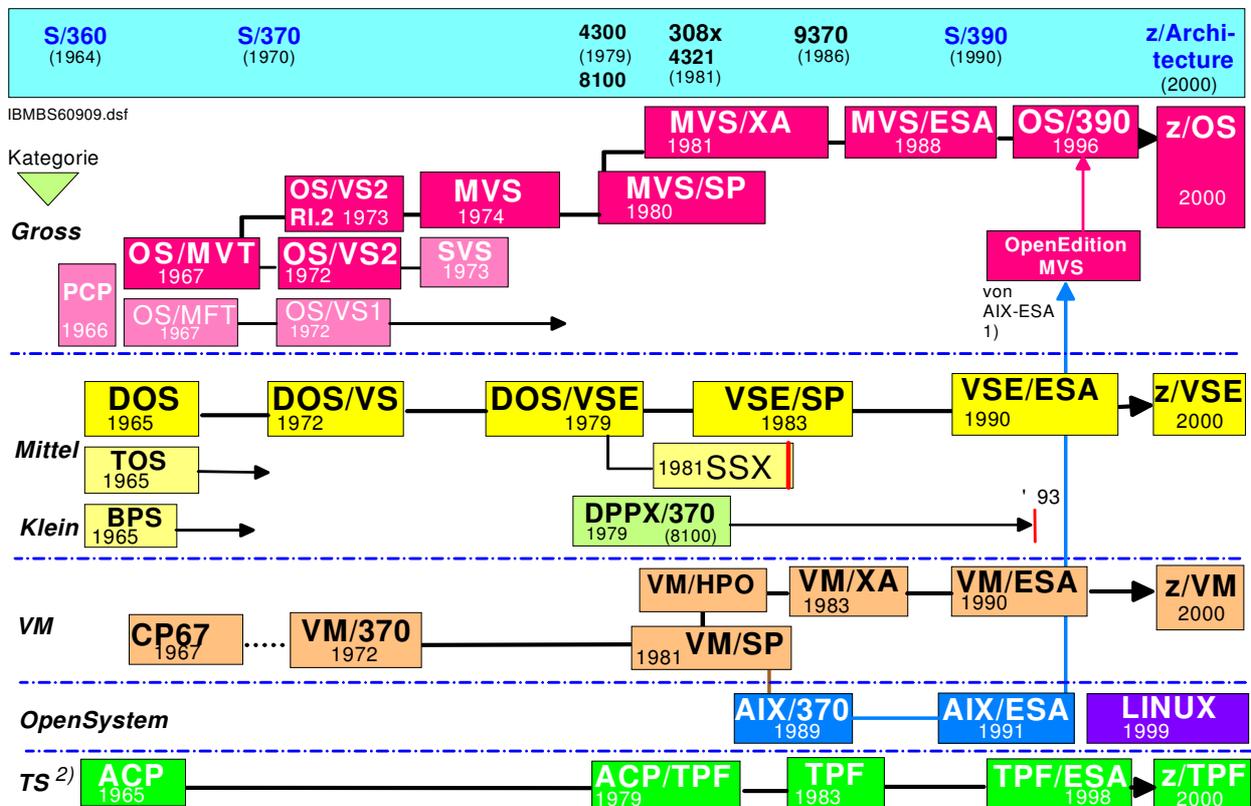
Virtuelle Maschine VM: Für S/360-M67 wurde sowohl der Virtuelle Speicher als auch das Konzept der Virtuellen Maschine eingesetzt. Dafür wurde das BS CP67 geschaffen, dessen Weiterentwicklung zu VM/370 und den fortfolgenden BS führte.

Transaction System TS: Für Anwendungen mit Fokussierung auf hohe Transaktionsvolumen über

Distanzen mit vorgegebenen Antwortzeiten. Das IBM Airline Control Program ACP erfüllte diese Anforderungen. Es wurde generalisiert, als Transaction Processing Facility (1983) angeboten und z.B. heute aktuell genutzt vom europäischen Reisevertriebssystem AMADEUS in dessen weltweitem Einsatz.

Betriebssysteme bis zur z/Architektur.

Die Graphik unten zeigt die Weiterentwicklungsstufen der vier großen Betriebssystem-Kategorien bis zum Jahr 2000. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die vielen, pro Kategorie durchlaufenen Versions/Release-Stufen nicht gezeigt. Nachdem das IBM Graphik-System 6150 (1986) unter AIX erstmals erfolgreich ein UNIX-Derivat nutzte, führte IBM's Open System-Initiative zu AIX/370 und AIX/ESA, letzteres wurde später in OpenEdition MVS integriert und dieses wiederum in OS/390. Open System führte 1999 auch zur Freigabe von Code, der die Ausführung von LINUX auf S/390 ermöglichte. Damit stand das fünfte Betriebssystem bereit. Es reichte herunter bis zum Laptop. Der Übergang von S/390 auf die z/Architektur führte die fünf Betriebssystem-Kategorien in das beginnende neue Jahrtausend.



1) AIX/ESA wird zu „OpenEdition MVS“, dieses später in OS/390 integriert.
 2) TS = Transaction System, TPF = Transaction Processing Facility.

R- 8, Die stärksten IBM Großsysteme ab 1952, Leistungsdaten.

Jahr	System/ Modell	MIPS	Zentral- -speicher Gigabyte	Erweiter- -speicher	Kanal- zahl Gesamt	FICON Kanäle 2 GB/s	FICON Kanäle 100MB/s	ESCON Kanäle 17 MB/s	Parallele Kanäle 4,5 MB/s	Aggr. K'- Datenrate in MB/s	LPAR
2005	z/9 S54	17801	512	---		120	--	1024	---	172800	60
2003	z990 332	9103	256	---		120	--	1024	---	96000	30
2002	z/990 216	3375	64	---	256	--	96	256	88	24000	15
2000	z/990 116	2853	64	---	256	--	96	256	88	12320	15
1999	G6 ZZ7	1791	32	---	256	--	24	256	96	6344	15
1998	G5 YX6	1069	24	---	256	--	24	256	96	6344	15
1997	G4 RY5	447	16	---	256	--	--	256	96	4352	15
1996	G3 RY4	374	8	---	256	--	--	256	96	4352	15
1995	R3 RX3	171	4	---	192	--	--	192	96	3264	10
1994	R1 R61	66	2	---	48	--	--	48	48	816	10
1994	9021 9X2	485	2	8	256	--	--	256	96	4352	10
1991	9021 900	248	1	8	256	--	--	256	96	4352	10
1990	9021 720	124	0,5	4	128	--	--	64	128	1952	7
1989	3090 600J	124	0,5	4	128	--	--	--	128	576	7
1988	3090 600S	108	0,5	2	128	--	--	--	128	576	7
1987	3090 600E	82	0,25	2	128	--	--	--	128	576	4
1986	3090 400	52	0,125	0,5	96	--	--	--	96	432	--
			Megabyte				BMX- Kanal 3 MB/s	Selek- torkanal 1,3MB/s	MPX Kanal		
1984	3081 QX	29,4	128	--	48		48	--	--	144	
1982	3081 Q	27	128	--	48		48	--	--	144	
1977	3033 MP	8,3	48	--	34		28	--	6	60	
1973	168 MP	3,5	16	--	24		22	12	4	34	
1972	168	2,2	8	--	12		11	6	2	17	
1970	165	1,8	3	--	12		11	6	2	9,4	
1968	65 MP	1,0	2		14		--	12	4	9	
1965	65	0,62	1		7		--	6	2	4,5	
1960	7074 i3	0,079	30 k Worte 10 Dez. St.		4					0,250 a)	
1958	7070 i3	0,02	10 k Worte 10 Dez. St.		4					0,250 b)	
1960	7080 i2	0,01	160 kC*		6					0,375 c)	
1957	705 III i2	0,014	80 kC* Kilochar.		2					0,030 d)	
1954	705 i2	0,011	20 kC*		-					0,0075 e)	
1958	7090 i1	0,176	32 k Worte 36 Bit		8					0,500 f)	
1957	709 i1,i4	0,029	8 k Worte 36 Bit		6					0,090 g)	
1954	704 i1,i5	0,026	4 k Worte 36 Bit		-					0,0075 h)	
1952	701 i1	0,009	2 k Worte 36 Bit		-					0,0075 i)	

Indizes:

- i1 = Technisch/Wissenschaftliche Orientierung
d.h. feste Wortlänge, binäre Datendarstellung
- i2 = Kommerzielle Orientierung
d.h. variable Wortlänge, dezimale Datendarstellung
- i3 = Universelle Orientierung
Feste Wortlänge, dezimale Darstellung
- i4 = Erster Computer mit Kanälen, d.h. Ein/Ausgabe-
Überlappung für periphere magnetische Speicher.
- i5 = Erster IBM Computer mit Kernspeicher

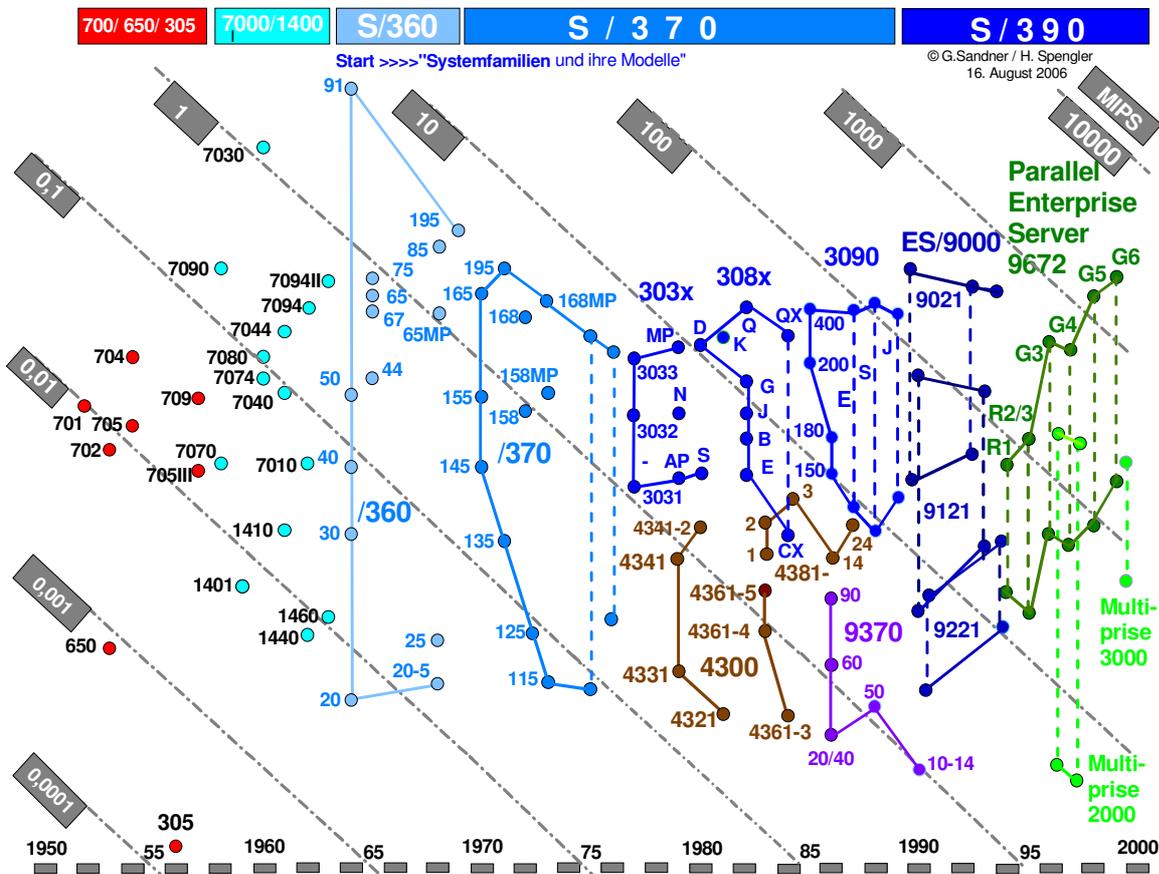
Die aggregierte Kanaldatenrate im Tabellenteil von 1952 bis 1960 basiert auf den damaligen Magnetbaineinheiten wie folgt:

- e), h) und i) mit Baineinheit 726 (1952): **7,5 kC*/s**
- d) und g) mit Baineinheit 727(1955): **15 kC/s**
- a), b), c) und f) mit Baineinheit 729 III (1958): **62,5 kC/s**

* kC steht für Kilo-Character/s. Characters waren alphanumerische Zeichen, der Zeichenvorrat betrug 48 Zeichen (0-9, A-Z und 12 Sonderzeichen)

R - 9 Gesamtübersicht der großen und mittleren IBM Systeme und Systemfamilien,

Darstellung in auf das Leistungswachstum normiertem Maßstab in Million Instructions per Second.



Die Graphik zeigt alle wichtigen Modelle. Wegen der Modellvielfalt sind insbesondere bei den mittleren Systemfamilien teilweise kleinere Modelle nicht dargestellt. Bei /370 Modellreihe 2 und 3, 3083 X-Modellen, 3090 E, S und J-Modellen und generell ab ES/9000 sind nur die obersten und untersten Modelle markiert, die dazwischenliegenden Leistungsstufen sind als gestrichelte Linien dargestellt.

Infolge des rasanten Leistungswachstums durch die technische Entwicklung ist ein Vergleich der relativen Leistung von Systemen unterschiedlicher Perioden nicht einfach. In dieser Darstellung wird deshalb eine Norm für das Leistungswachstum festgelegt und alle Systeme in Bezug auf diese Norm angeordnet. Als Bezugspunkte für diese Norm wurden das Modell 75 der /360 (1965) und die G6 Modell ZZ7 (1999) als repräsentative Spitzenmodelle ihrer Zeit gewählt. Diese beiden Systeme werden, bezogen auf den jeweiligen Stand der Entwicklung, als gleichwertig gesetzt. Sie stehen deshalb in der Graphik auf gleicher Höhe.

Diese Darstellung ergibt die, ungewohnten, schrägen Achsen für die Leistungsstufen. Sie hat aber den Vorteil, dass die Beziehungen zwischen den Systemen deutlicher werden. Systeme auf ungefähr gleicher Höhe sind, bezogen auf den jeweiligen

Entwicklungsstand, als gleichwertig anzusehen. Solche zeitlich aufeinander folgenden Systeme bildeten aus Sicht der Anwender Nachfolge- und Wachstumssysteme. Beispiel: /360-65 - /370-165 - /370-168 - 3033 - 3081 D usw. Die Reihe dieser Systeme zeigt eine leicht fallende relative Leistung. In zunehmendem Umfang wurde das durch den Übergang auf MP-Systeme ausgeglichen.

R- Magnetmotorische Direktzugriffsspeicher an großen/mittleren Systemen, Gesamtüberblick 1956-2000
Plattenspeichereinheiten von 1956 bis 1992.

Jahr	An IBM-System	Type	Anzahl Laufwerke / Einheit	Platten Ø in Zoll	Speicher- kapazität / L' Werk	Zugriff- mech. / L' Werk	Schreib- Lese-Ge- schw./s	Umdr. / Minute	Suchzeit im Mittel ms	Steuer- einheit Type	Bemer- kungs- Index*
1956	305	350	1	24, f	10 Mio Z	1 - 2	8,8 kZ	1200	600	p	1
1957	650 R	355	1	24, f	12 Mio Z	1 - 3	10,5 kZ	1200	600	652	2
1961	1410	1405	1	24, f	20 Mio Z	1 - 3	22,5 kZ	1200	600	1414	3
	1401	1405	1	24, f	20 Mio Z	1 - 2	22,5 kZ	1200	600	p	4
	7070	7300	1	24, f	12 Mio Z	1 - 3	17,5 kZ	1200	600	7605	5
1962	70xx	1301	2	24, f	28 Mio Z	1	68 kZ	1800	165	7631	6
	1410	1301	2	24, f	25 Mio Z	1	68 kZ	1800	165	7631	7
	1440	1311	1	14, a	2 Mio Z	1	69 kZ	1500	150	p	8
	1410	1311	1	14, a	2 Mio Z	1	69 kZ	1500	150	1414	9
	1401	1311	1	14, a	2 Mio Z	1	69 kZ	1500	150	p	8
1964	S/360	2311	1	14, a	7,5 MB	1	151 kB	2400	75	2841	10
	S/360-20	2311	1	14, a	5,4 MB	1	151 kB	2400	75	p	11
1966	S/360	2314	8	14, a	29,17 MB	1	312 kB	2400	60	2841	12
1970	S/370	3330	2	14, a	100 MB	1	806 kB	3600	30	3830	13
1973	S/370	3340	1 - 2	14, d	35/70MB	1	885 kB	3000	25	d	14
1976	S/370	3350	2	14, f	317,5 MB	1	1,198 MB	3600	25	3830	15
1979	S/370	3370	2	14, f	285 MB	1	1,859 MB	3000	20	3830	16
1980	S/370	3375	2	14, f	410 MB	1	2,245 MB	3620	19	3830	17
1981	S/370	3380 D	4	14, f	630 MB	1	3,0 MB	3620	16	3880	18
1985	S/370	3380 E	4	14, f	1260 MB	1	3,0 MB	3620	17	3880	18
1987	S/370	3380 K	4	14, f	1890 MB	1	3,0 MB	3620	16	3880	18
	S/370	3380 J	4	14, f	630 MB	1	3,0 MB	3620	16	3890	19
1989	S/370	3390	4 - 32	10,8, f	946 MB	1	4,2 MB	4260	9,5	3990	20
	S/370	3390-2	4 - 32	10,8, f	1890 MB	1	4,2 MB	4260	12,2	3990	20
1991	ES/9000	3390-3	4 - 32	10,8, f	2840 MB	1	4,2 MB	4260	15	3990	20
	ES/9000	9345	Einschub	5,25	1500 MB	2	5,2 MB	7000	11	9341/43	21
1992	ES/9000	3990-9	4 - 32	f	8500 MB	1	4,2 MB	4260	22,5	3990	20
				10,8, f							

Disk Array Subsysteme 1994 - 2000, Magnetplattendurchmesser 3,5 Zoll

Legende..... f = Platten fest eingebaut..... p = Prozessor
a = Plattenstapel durch Operator auswechselbar d = Direkt-
d = Datenmodul durch Operator auswechselbar anschuß

Jahr	An IBM-System	Type/ Bezeichnung	Laufwerk- Bezeichnung	Laufwerk- Kapazität	Anzahl Ein- schübe	Schreib- Lese-Ge- schw./s	Subsystem max. Kapazität	Steuer- einheit Type	Bemer- kungs- index*
1994	ES/9000	RAMAC1	Allicat	2 GB	4	5,2 MB	90,5 GB	3990	22
1995	ES/9000	RAMAC2	Ultrastar XP	4 GB	4	12,6 MB	181 GB	3990	22
1996	ES/9000	RAMAC3	Ultrastar 2 XP	9 GB	4	15,4 MB	726 GB	3990-6	22
	ES/9000	RVA	Ultrastar 2 XP	9 GB	4	15,4 MB	726 GB	Jeweils	23
	ES/9000	RSA	SSA	18 GB	6	29,5 MB	1400 GB	intergiert	24
	ES/9000	RSA+ESS	SSA	18 GB	4	15,9 MB	2900 GB	in RVA	24
1999	ES/9000	ESS (Shark)	SSA	18 GB	8	29,5 MB	6900 GB	und	24
2000	z/900	ESS (Shark)	SSA	36 GB	8	29,5 MB	13800 GB	ESS	24

Legende:

RAMAC = RAID Architecture with Multilevel Adaptive Cach, (Eingetr. Warenzeichen IBM Version 1994).

RVA = RAMAC Virtual Array.

RSA = RAMAC Skalierbare Array

ESS = Enterprise Storage Server. Für so bezeichnete Subsysteme ist kein bestimmter Laufwerktyp zwin- gend.

festgelegt, solange diese Einheiten den Schnittstellen-Standard SSA erfüllen.

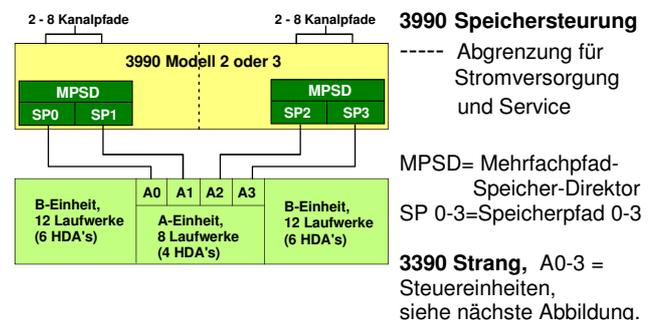
SSA = Serial Storage Architecture, ein von IBM entwickelter Schnittstellen-Standard, 1994 freigegeben.

* Auf den Seiten 11/12

R- Magnetomotorische Direktzugriffsspeicher an großen und mittleren Systemen, Gesamtüberblick 1956-2000, Bemerkungen zu Index 1 bis 24

1. Der 305 - Prozessor übte alle Steuerfunktionen aus. Eine Zugriffstation, später eine weitere, griffen auf alle Speicherspuren einer 350 zu.
2. Anschluß von max. 4 x 355 über Steuereinheit 652 und Pufferspeicher 653 an System 650. Online-Verarbeitung für max. 48 Mio Zeichen. Modellabhängig 1-3 Zugriffsstationen, alle griffen auf alle Speicherspuren einer Einheit 355 zu.
3. An die Steuereinheit 1414 konnten max. 5 Einheiten 1405 angeschlossen werden. Modellabhängig 1-3 Zugriffsstationen pro 1405.
4. Der 1401- Prozessor übte alle Steuerfunktionen aus. Modellabhängig 1-2 Zugriffsstationen.
5. Max. 2 Einheiten 7300 konnten an eine Steuereinheit 7605 angeschlossen werden, letztere via Kanal zum System 7070. Zwei Kanäle ermöglichen *gleichzeitiges Verarbeiten und Lesen und Schreiben* mit 7300 Einheiten. Max. 4 Einheiten am System.
6. 1301 enthält zwei gemeinsam angetriebene, jedoch unabhängige Plattenstapel (Module) mit je eigenem Zugriffskamm. Max. konnten 5 Einheiten 1301 an die Steuereinheit 7631 angeschlossen werden, damit waren 280 Mio alphanumerische Zeichen Online zugreifbar. *Erstmals erfolgte der Zugriff hydraulisch mit elektronischer Steuerung.*
7. An 1410/ 7631 konnten max. 5 x 1301 arbeiten.
8. und 9. *Neu ist der auswechselbare* Plattenstapel Type 1316 für das 1311 Laufwerk. 5 Modelle 1311 deckten kleinere / mittlere Systeme wie folgt ab:
 Modell : 1 3 4 5 2
 für **Haupteinheit** **Nebeneinheit**
 System 1440 1620 1401 1410/7010 (alle)
 An 1401, 1410 und 1440 konnten je 1 Haupteinheit und bis zu 4 Nebeneinheiten angeschlossen sein.
10. Anschluß von bis zu 8 x 2311 an Steuereinheit-2841 und diese an Selektorkanal des Systems.
11. S/360 Modell 20 hatte einen Direktanschluß zur Haupteinheit 2311, an diese konnten max. 4 weitere 2311 angeschlossen werden.
12. 2314 hatte eine integrierte Steuereinheit. Die Datenrate erlaubte bei S/360-M30 und M40 nur den Anschluss an den ersten Selektorkanal, größere Prozessoren hatten keine Einschränkung. Die auswechselbare Plattenstapeltype: 2316. Modellabhängig erreichte 2314 mit max. 8 Laufwerken 233,4 MB und hatte erstmals 1 Reserve-Laufwerk.
13. Das 3330 Strangkonzept der Steuereinheit 3830 ermöglichte sukzessiven Anschluß von 2 - 8 Laufwerken, außerdem höhere Ausfallsicherheit u.a.durch 2 Datenpfade zu jedem Laufwerk. Pfadausfall bedeutete nicht länger „kein Daten-Zugriff“. Eine 3330 Haupteinheit A1 und bis zu 3 Nebeneinheiten B1 mit je 2 Laufwerken hatten max. 800 MB Speicherkapazität. Der auswechselbare Plattenstapel: 3366, mit Servospuren. Wenig später kamen die Modelle A2 und B2, die auf Grund höherer Spurendichte doppelte Kapazität bei sonst gleichen Ei-

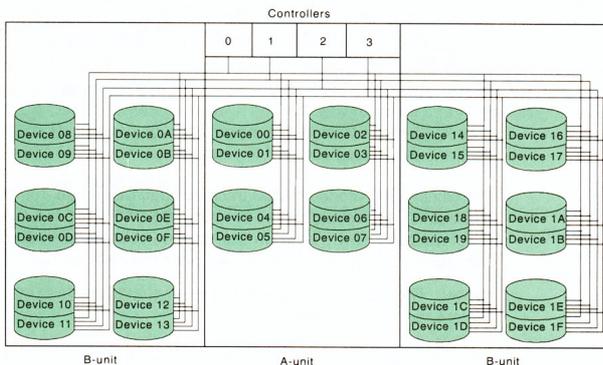
- genschaften boten. *Erstmals positioniert ein Linear-motor den Schreib/Lesekopfkamm in Ø 30 ms.*
14. Ausschließlich die mittleren Prozessoren IBM /370-115/125/135 haben Direktanschlüsse für bis zu 4 Laufwerke 3340 mit max. 280 MB. Die *auswechselbaren Datenmodule* 3348 mit 35 oder 70 MB bestanden aus Plattenstapel und Zugriffskamm in staubgeschütztem Gehäuse.
 15. Mit 3350 kehrte IBM zu fest eingebauten Platten zurück. Stränge mit max. 2,54 GB Kapazität, bestehend aus Haupteinheit (A) und bis zu 3 Nebeneinheiten (B) mit je 2 Laufwerken waren an die Steuereinheit 3830 angeschlossen.
 16. 3370 Laufwerke hatten erstmals Schreib/Lese-Köpfe in Dünnfilmtechnik und zwei Zugriffsmechanismen für je 285,5 MB Kapazität. Stränge aus bis zu 4 Einheiten mit max. 2,284 GB Kapazität waren an die Steuereinheit angeschlossen. 3370 war für mittlere Prozessoren konzipiert und arbeitete im Gegensatz zu allen anderen Subsystemen -in der Tabelle- mit Blöcken fester Länge (FBA-Architektur).
 17. 3375: Wie 3350, jedoch mit höherer Kapazität und Übertragungsrate (siehe Bemerkung 15).
 18. 3380 wurde nach dem gleichen Strangkonzept wie 3350 konfiguriert (siehe Bemerkung 15). Max. Kapazitäten pro Strang modellabhängig: D= 10,8 GB, E= 20,16 GB, K= 30,24 GB. Die Schreib-/Leseköpfe der 3380 wurden erstmals mit *photolithographischen Verfahren* hergestellt (zuvor feinmechanische Fertigung). Die Gesamtheit aus Platten, S/L-Köpfen und Zugriffseinheit wurde Head Disk Assembly (HDA) genannt. Ab 1985 konnte die Steuereinheit 3880 mit Pufferspeichern ausgerüstet werden.
 19. 3380J an der neuen Steuereinheit 3390 mit größerem Pufferspeicher erfüllte bei Anwendungen mit kritischem Antwortzeit-Verhalten hohe Ansprüche.
 20. Eine Haupteinheit 3390 enthielt Steuerelemente für bis zu 2 Nebeneinheiten, d.h. ein Strang bestand aus max. 3 Einheiten.



Modellabhängig hatten Einheiten 8 bis 32 Laufwerke mit je einem Zugriffsmechanismus. Maximal konnte ein Strang 32 Zugriffsmechanismen haben. Modellabhängig ergab dies folgende Speicherkapazitäten pro Strang: Modell 1=30,26 GB, Modell 2=60,5 GB, Modell 3=90,8 GB und Modell 9= 272,5 GB. 3390-M3 nutzte beim Lesen den *magnetoresistiven Effekt*. Die Platten nutzten Dünnfilmtechnik-Beschichtung.

Bemerkungen Fortsetzung, zu **Index 22 bis 24**

Ab 1991 konnte die Steuereinheit 3990 zur Durchsatzsteigerung mit dynamischem Pufferspeicher (16 - 64 MB) ausgerüstet werden.



21. 9340: erstes IBM Magnetplatten-Subsystem in Rahmenbauweise mit Einschub-Steuereinheit 9341 oder 9343, je nach Anforderungen. 8 Laufwerk-Einschübe (Drawer) 9345 mit jeweils 2 Laufwerken. Die Gesamtkapazität von 24 GB und die Zugriffsleistung war ausgelegt für den unteren/mittleren ES/9000 Systembereich und für Anwendungen, die keinen Cache erforderten.

22. Das RAMAC-Subsystem war modular aufgebaut. Der Einschubbaustein 9392 enthielt vier Allcat-Laufwerke mit je 2 GB Speicherkapazität, zwei Netzteile, zwei Kühlgebläse, einen RISC Mikroprozessor, einen Akku-gestützten Pufferspeicher (nichtflüchtiger Speicher). Die Hardware- und Softwarekomponenten wirkten so zusammen, daß die Einheit eine fehlertolerante Einheit nach der Definition von RAID 5 darstellte. Im Geräterahmen 9391 konnten max 16 Grundbausteine 9392 plaziert sein.

23. RVA mit integrierter Steuerung war das Ergebnis einer Kooperation mit der Firma StorageTek. RVA erfüllte die Bedingungen von RAID 6.

24. Die ab RSA eingesetzte, von IBM entwickelte Serial Storage Architecture (SSA) verlangte, daß die eingesetzten Laufwerke diesem Schnittstellen-Standard entsprechen müssen. Ab ESS war ein bestimmter Laufwerktyp nicht mehr zwingend, solange dieser dem SAA-Standard entsprach.

Hintergrundinformationen zu RAID.

Ken Ouchi, IBM, wurde zum Thema „System For Recovering Data Stored in Failed Memory“ in 1979 das U.S. Patent 4092732 erteilt. DASD's hatten damals pro Einheit eine Speicherkapazität von 600 MB, viele davon waren in Rechenzentren in Betrieb. Das Patent schlug vor, eine separate DASD-Einheit ausschließlich für die Speicherung von Prüfsummen für jeden der auf den anderen DASD's gespeicherten Datensätze zu nutzen. Die zu einem Datensatz gehörige Prüfsumme - auf der separaten Einheit - konnte im Fall einer defekten DASD gelesen und benutzt werden, die Daten mit Hilfe mathematischer Formeln wieder zu erzeugen.

Das Patent wurde damals nicht genutzt, es schien einfach zu teuer, eigens für die Daten-Integrität eine DASD und lange Rechenzeiten einzusetzen. 1987 führten Wissenschaftler der Berkeley Universität California und IBM gemeinsam eine Studie durch, um dieses Thema neu zu bewerten, unter Nutzung der zu dieser Zeit aufkommenden, kostengünstigen und kleinen DASD's, deren Entwicklung damals insbesondere durch Kleinsysteme und PC's getrieben wurde. Da der Preis seit 1979 deutlich zurückgegangen war, nannten sie die Studie

„A Case for **R**edundant **A**rrays of **I**nexpensive **D**isks“, d.h. **RAID**. Gleichzeitig definierten sie 6 verschiedene Stufen, RAID 0 bis RAID 5 benannt. Die Anwendung der definierten Stufen war abhängig von den zu speichernden und zu schützenden Datentypen und der Abwägung zwischen Übertragungsleistung und dem Grad der Fehlertoleranz. Die Stufen:

- 1 = Mirrored Disk:** Doppelte Speicherung auf 2 Platten mit identischem Inhalt (Spiegelung, Mirroring. Bei Ausfall automatischer Rückgriff auf die zweite Platte.
- 2 = Memory-like error correcting code:** Daten werden Byte-weise auf mehrere Platten kopiert (Mehrfach-Spiegelung). Auf einer weiteren Platte wird ein Fehlercode gespeichert. Mit seiner Hilfe können verlorene Daten rekonstruiert werden.
- 3 = Bit interleaved parity:** Die einzelnen Bytes werden ebenfalls auf mehreren Platten abwechselnd gespeichert, dazu auf einer weiteren Platte die Paritätsbits. Fällt eine Platte aus, lässt sich deren Inhalt über den der intakt gebliebenen Platten und die Paritätsbits wieder herstellen. RAID 2 und 3 wurden später selten verwendet.
- 4 = Block interleaved parity:** Untercheidet sich von RAID 3 dadurch, daß die Daten statt in einzelne Bytes, in ganze Blöcke von mehreren Kilobyte unterteilt wurden.
- 5 = Block interleaved and rotated parity:** Das System erzeugt Paritätsbits für Blöcke von mehreren Kilobyte, die auf alle Platten so verteilt werden, daß sie immer auf einer anderen Platte stehen als die Daten, aus denen sie erzeugt wurden. Dieses Verfahren bietet hohe Sicherheit bei relativ schnellem Zugriff und erfuhr deswegen die stärkste Verbreitung.

Die später noch hinzugefügten Stufen sind

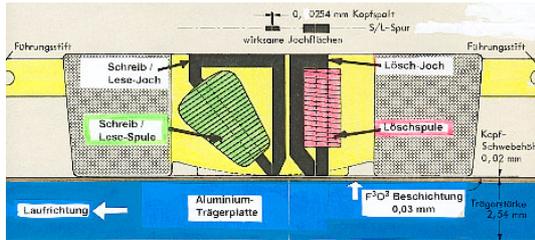
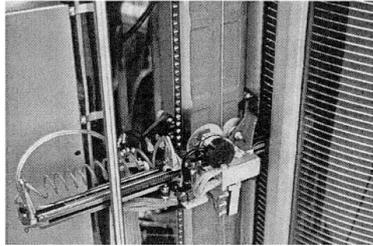
- 6 = Dual Redundancy (Stand 1996):** Zusätzliche Paritätsbits werden auf eine weitere Platte geschrieben und damit mehr Sicherheit auf Kosten von Schnelligkeit erreicht.
- 7 = wie 6, jedoch werden alle Schreibzugriffe protokolliert.**
- 0 = Nonredundant.** Dabei werden die Daten in kleinen Paketen auf mehrere Platten verteilt (striping) und ermöglichen so schnellsten Zugriff. Mangels Redundanz keine erhöhte Sicherheit.
- 10 = wie 0, doch mit 2 gleich großen Sätzen von Platten, wobei die 2. Gruppe das exakte Spiegelbild des Inhalts der 1. Gruppe enthält. Diese Lösung erfordert viele Laufwerke.**

1992 konstituierte sich ein „RAID Advisory Board“ aus 40 Anwender- und Herstellerfirmen, zu denen auch IBM zählt. Damit wurde RAID in den neunziger Jahren zum Industriestandard.

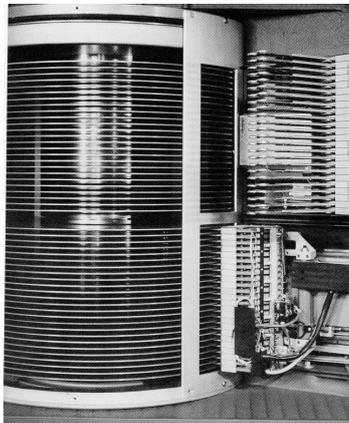
R- Technologische Meilensteine repräsentierende IBM DASDs

350/355 (1956/57)

Seilzug-Positionierungsmechanismus in x- und y Achse für zwei Schreib/Leseköpfe in durchschnittlich **600 ms**. Druckluftströmung erzeugt die S/L-Kopfschwebhöhe von **0,02 mm**, konstant gehalten wird sie durch den Bernoulli-Effekt. Die Graphik unten zeigt einen Querschnitt von S/L-Kopf und Magnetplatte.

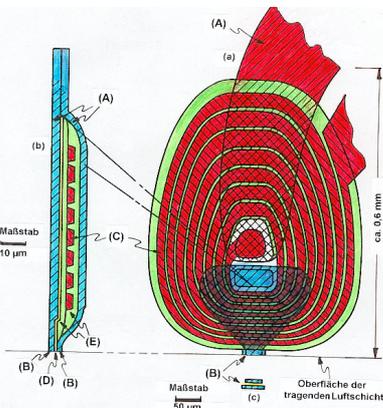


1301 (1962), Elektronisch/hydraulische Steuerung und Parallelzugriff zu allen Platten eines Moduls in Ø **165 ms**. Aerodynamischer Träger (Slider) pro S/L-Kopf lässt diesen **0,006 mm** über der Plattenoberfläche **fliegen**. Im Bild rechts: oberes Slider-Modul ausgefahren, Slider sichtbar, unteres Modul in Arbeitsposition.



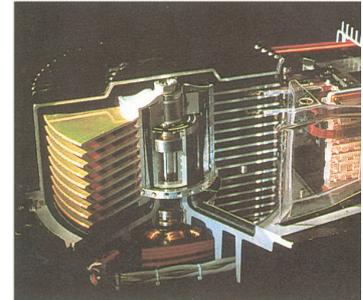
1311 (1962). *Auswechselbarer Plattenstapel*, Platten-Ø=14 Zoll. DASD's nutzten dieses Konzept bis 1973, doch erzwangen angestrebte Speicherdichten die Rückkehr zur „Festplatte“ mit IBM 3350 in 1976.

3370 (1979). *Schreib/Lese-Köpfe in Dünnfilmtchnik* setzen neue Maßstäbe, auch in der Fertigung. Die S/L-Spule maß **0,6*0,4 mm**, der Polspalt betrug nur **1µm**. Dies verdoppelte fast die lineare Bitdichte auf 12134 bpi. Bei 2964 Upm ergab dies die Datenrate **1,859 MB/s** und **285 MB** Speicherkapazität pro Laufwerk. Der Zugriffmechanismus nutzte Doppelköpfe mit Voice Coil-Positionierung (ein Lautsprecherantrieb) und erreichte die mittlere Zugriffszeit von **20 ms**. S/L-Flughöhe = **1 µm**.



IBM 3370 Dünnfilm-Schreib/Lese-Kopf, dargestellt in drei Ebenen:
 a) Draufsicht auf Schreib/Lese-Spule
 b) Schnitt des unteren Teils der 8 Spulenwindungen mit Luftspalt
 c) Sicht auf die Luftspalt-Geometrie
 A = Magnetische Schichten, B = Luftspalt, C = Spulenwindungen, D = Polspalt-bildende Schicht, E = Isolierschichten

3390-3 (1991) erreichte 2,84 GB pro Laufwerk, *Datenrate erstmals 4,2 MB/s* und *Zugriff-Ø 15 ms*. B-Einheit mit 12 LW = **102 GB** auf **0,93 m² Stellfläche**. 3390-9 war letztes DASD mit 10,8“ Platten Ø und 4260 Upm. Darauf folgte in **1994** Typ **9394** mit 3,5“-Platten neuester Technologie mit modularem Aufbau.

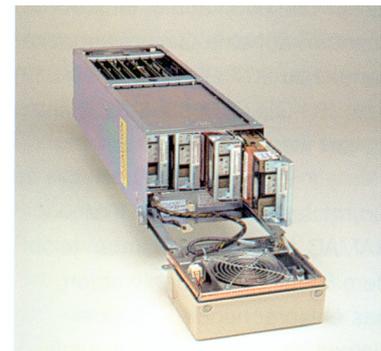


Schnittmodell eines 3390-Head Disk Assembly (HDA)

9340 DASD Subsystem (1991). Modularer Aufbau gestuft in „**Laufwerk > Einschub > Rahmen > Subsystem**“. Der Einschub **9345** hat 2 Laufwerken mit zusammen **3 GB** Kapazität, Datenrate 4,4 MB. *Dünnschichtplattenbeschichtung steigert Bitdichte und Datensicherheit, Pl.Ø 5,25 Zoll, 7000 Upm, 11 s mittlere Zugriffszeit*. Im Modulkonzept wurden 24 GB für kleinere und **48 GB** für größere Systeme im Systemrahmen 9340 auf **0,835 m² Stellfläche** erreicht.

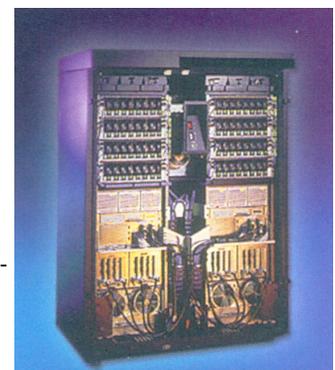
9394 RAMAC Array (1994) in *RAID-Architektur*, mehrstufiger Datenpufferung und Parallelverarbeitung. Im Bild der fehlertolerante Einschub

9395 mit vier Allicat - 3,5“-LW mit zusammen **8 GB, 16x8= 128 GB**. MR-Lesekopftechnik. Datenrate **5,2 MB/s**, *mittl. Zugriff 9,2 ms*. *Fehlertoleranz nach RAID 6*.
 Ab **1995 LW Ultrastar= 16 GB/LW** und
 ab **1996 LW Ultra2XP= 36 GB/LW**.



IBM 2105, Enterprise Storage Server ESS (1999)

Der Multiplattform-fähige Server ermöglicht konsolidierte Unternehmensdaten auf DASD's abzubilden und unternehmensweit und Plattform-unabhängig für Geschäftsprozesse bereitzustellen und zu managen im Umfeld von S/390, RS/6000, AS/400 und PC's. Im Bild (oben links und rechts) je 4 Einschübe mit je 8 SSA-Laufwerken in **1 Zoll Breite = 64 LW**. Die nicht sichtbare Rückseite birgt weitere 64 LW, total **128 LW**, deren **11 TB (1999)** Speicherkapazität erforderte nur **1,256 m² Stellfläche**. Die *Giant Magneto Resistive (GMR)*-Lesetechnik zusammen mit *PLRM*, einem komplexen elektronisch/mathematischen Algorithmus für hohe Zeichendichte, ermöglichte die enorme Leistungssteigerung. Das Entwicklungspotential brachte in **2001** bereits **35 TB** und in **2003** eine weitere Steigerung auf **56 TB** Gesamtspeicherkapazität pro 2105 ESS-Einheit.



Das Bild zeigt die geöffnete Frontseite des ESS

R- Periphere, sequentielle, magnetomotorische Speicher.

Die Magnetbandeinheit IBM 726 leitete 1952 eine Entwicklung ein, die bis heute andauert, doch wurde der Einsatzbereich des Magnetbandes in den 70er/80er Jahren stark in Richtung Datensicherung, Temporärspeicherung und Archivierung gelenkt durch DASDs. Die Handhabung von Bandrollen entfiel durch Nutzung von Bandkassetten und, wo erforderlich, deren automatischer Lade- und Archivierbarkeit.

Hier ist an die Attribute zu erinnern, die sich um 1952 aus der Magnetbandtechnik ergaben:

1. Datensätze auf Magnetband sind *nicht direkt adressierbar*, sie müssen durch programmiertes Absuchen - scanning - identifiziert werden; dazu trug jeder Datensatz an seinem Anfang Identifikationsdaten, die einen bestimmten Datensatz in einer Datei eindeutig identifizierten.
2. Das „Absuchen“ bewegte sich mit damaliger Technik noch im unteren Minutenbereich, je nach Lage des gesuchten Datensatzes innerhalb von etwa 750 m Magnetband auf der gerade aktiven Bandrolle.
3. Das „Einschreiben“ eines Bandsatzes - in ein zunächst gelesenes Band - auch re-writing genannt - macht den oder die folgenden Bandsätze unlesbar wegen Positionierungsdifferenzen eines Bandsatzes relativ zum Löschkopf bzw. Schreib/Lesekopf und außerdem relativ zur „alten Datensatzlänge“.

Damit war der Anwendungsbereich von Magnetband schon damals klar abgegrenzt. Genau diese Attribute führten bei IBM ab etwa 1950 zur Entwicklung des direkt zugreifenden magnetomotorischen Speichers (DASD), 1956 war es als IBM 350 am Markt. .

Überblick von 1952 bis 2000, genannt sind die Top-Modelle ihrer Zeit.

Jahr	Typ	-Laufwerk	M'Band Form/ Mat.	Schreib/Lese-geschw. / s	Bandgeschw. Zoll / s	Spuren-anzahl	Aufzeichn.-schicht	Aufzeich.-methode	Zeichendichte /Zoll, ab 1964: Byte
1952	726	Doppel-	Rolle, Acet.	7,5 kC	75	7	FeO ₂	NRZI	100
1955	727	Einfach-	Rolle, Acet.	15 kC	75	7	FeO ₂	NRZI	200
1958	729 IV	Einfach-	Rolle, Mylar	22,5 / 62,5 kC	112,5	7	FeO ₂	NRZI	200 / 556
1961	729 VI	Einfach-	Rolle, HD	90 kC	112,5	7	FeO ₂	NRZI	200 / 556
1961	7340	Einfach-	Kassette	170 kC	112,5	10	FeO ₂	PE	
1961	7330	Doppel-	Rolle, HD	7,2 / 20 kC	36	7	FeO ₂	NRZI	200 / 556
1964	2401-3	Einfach-	Rolle, HD	180 kB	112,5	7/9	FeO ₂	NRZI	800
1966	2401-6	Einfach-	Rolle, HD	180 kB	112,5	7/9	FeO ₂	PE	1600
1967	-----	-----	Rolle, S500	-----	-----	-----	FeO ₂	(phase-encoding)	-----
1968	2420-7	Einfach-	Rolle, S500	320/640 kB	200	9	FeO ₂		1780
1971	3420-7	Einfach-	Rolle, S500	320 kB	200	9	CrO ₂	„	1980
1973	3420-8	Einfach-	Rolle, S500	1,25 MB	200	9	CrO ₂	„	6250
1974	-----	-----	Rolle, MST	-----	-----	-----	CrO ₂	-----	-----
1979	8809	Einfach-	Rolle, MST	160 kB	40 oder 100	9	CrO ₂	„	1600
1984	3480	Doppel-	Kassette	3 MB	78,7	18	CrO ₂	kd	38000
1986	9347	E'Schub	Rolle	160 kB	100	9	CrO ₂	kd	1600
1989	-----	-----	Kassette	-----	-----	-----	CrO ₂	-----	-----
1990	3490	2 bis 4	Kas 400 MB	3 MB	78,7	18	CrO ₂	kd	38000
1991	3490E	2 bis 4	Kas 800 MB	3 MB	78,7	36	CrO ₂	kd	76000
1992	3495	(s'unten)	Kas 400 MB	(=3490E)	(=3490E)	128	CrO ₂	kd	76000
1995	3590MS	Doppel-	Kas 10 GB	9 MB	78,7	128	CrO ₂	kd	3800000
1995	-----	-----	MPKassette	-----	-----	-----	CrO ₂	-----	-----

Anmerkungen zu:

1961: 7340 Hyper Tape Drive: Erste Bandkassetteneinheit von IBM. Kassette: 590 m Magnetband mit 1 Zoll Breite speicherte 120 Mio. Zeichen. Kennzeichen: Hohe Zuverlässigkeit und Automatisierungsfähigkeit des Kassettensladens. Trotz guter Leistung und Zuverlässigkeit setzte sich Hypertape aus Kostengründen nicht durch.

1961: 7330: Preisgünstige Bändeinheit für Anwendungen mit geringeren Anforderungen an die Datenrate.

1968: 2420 hat erstmals automatische Bändeinfädung und 200 Zoll/s Bandgeschwindigkeit.

1974: Massenspeicher IBM 3850 mit Bandkartuschen, ist in obiger Tabelle nicht genannt.

1979: 8809, die erste Streamer-Bändeinheit von IBM (für die Speicherung großer Datenblöcke in einem Bandsatz).

1984: 3480, erstes Magnetband-Subsystem von IBM mit folgenden Hauptmerkmalen: • Dünnfilm-Schreib/Leseköpfe • Pufferspeicher 512 kB in der Steuereinheit für max. 8 Laufwerke • 18 Spuren mit APX-Fehlerkorrekturverfahren auf Subsystemebene für hohe Zuverlässigkeit • Subsystem-Mikroprozessorsteuerung • 200 MB Kassette.

1986: 9397, kompakter Streamer für 9370, automatisches Einfädeln.

1989: Kassette mit 400 MB

1990: 3490, Nachfolge-Subsystem: mit 36 Speicherspuren, APX und IDRC (siehe Seite E10- 9)

1991: 3490E, 36 Speicherspuren, beschreiben: 18 im Vor- und 18 im Rücklauf, Speicherdichte verdoppelt auf 76 Kbp, gesteuert mit Mehrfachmikroprozessor, 2-8 MB dynamischer Pufferspeicher.

1992: 3495, Kassettenarchivsystem, automat. Bandbetrieb, 4 Modelle von 13,5-45, TB und max. 18000 Kassetten.

1995: 3590 Magstar Bandsystem (3490E-Nachfolger). 16-Spur-S/L Kopf in MR Technik, Feinführung des S/L-Kopfes durch Servospuren. Serpentinaufzeichnung (siehe E10-Seite 9, außerdem werden 3490 und 3490E-Kassetten verarbeitet). Start/Stop- und Streamermodus. MP-Kassette= Metal Particle Tape.

R- Kleinsysteme, Rückblick.

Zur Nutzung von Lochkartenmaschinen war bis zu den 1950er Jahren für potentielle Nutzer eine Einstiegsschwelle zu überwinden, die durch das damalige „Kerngerät“, genannt *Tabelliermaschine*, determiniert wurde; sie erstellte das eigentliche „Endprodukt der damaligen Datenverarbeitung: die **gedruckten Lagerbestandslisten**, die **Rechnungen**, die **Bankkontenauszüge** usw. Außerdem waren zusätzliche Geräte zur Lochkartenerstellung, inhaltlichen Püfung der Lochkarten, Herstellung der anwendungsspezifischen Kartenreihenfolgen, vorgelagerte Rechenarbeiten mit Multiplikation/Division, Duplikaterstellung von Lochkartensätzen erforderlich, sowie Fachpersonal und Arbeitsräume.

Um die Einstiegsschwelle zu senken, wurden Geräte entwickelt, die spezifischen Anwendungen gerecht wurden, dadurch allerdings auch keinen Anspruch auf Universalität hatten. Beispiele für diese Art von Kleinsystemen sind die „Cardatype 870“ (1956), die Elektronische Lochkartenfakturiermaschine 632 (1958) und der technisch/wissenschaftliche elektronische Rechner 610 (1958); diese wurden entwickelt, um dem Markt am unteren Ende der Leistungsskala Produkte anzubieten. Dabei wurde jeweils aktuelle Technik eingesetzt - Elektromechanik und/oder Elektronik - oder Neues entwickelt mit dem Ziel, Kosten zu senken z.B. mittels serieller Arbeitsweise. Lochkartenlöcher wurden seriell gelesen und gestanzt, gerechnet wurde mit Mini-Saldierwerken oder Relaisschaltungen, gedruckt wurde mittels elektrischer Typenhebelschreibmaschine; d.h. jeweils seriell „Stelle für Stelle“ verarbeitet.

Das Beschriebene wiederholte sich in jeweils neuen Technologien. Jeweils adequate Wege wollten gefunden, Produkte entwickelt/produziert werden, um Marktbedürfnisse am unteren Ende der Leistungsskala zu befriedigen. Die Tabelle auf der nächsten Seite zeigt die sich über fünf Anwendungsbereiche erstreckenden IBM Produkte im Bereich **Kleinsysteme**. Die Entwicklung lief von spezifischem Einsatz wieder hin zum universellen, doch wurde alsbald deutlich: Die Voraussetzungen dafür, mussten noch geschaffen werden, denn erst die Halbleitertechnologie zusammen mit preiswerten Eingabe- und Ausgabe-Methoden, führten zu den angestrebten Zielen.

IBM hatte durch ihren *Produktzweig Elektrische Schreibmaschinen* bezüglich preisgünstigen Druckens von DV-Ergebnissen gute Voraussetzungen. Viele, in der Tabelle (nächste Seite) aufgeführten Produkte machten davon Gebrauch bis gegen Ende der 1960er Jahre. Dabei wurde das Druckprinzip „**Typenhebel**“ mit etwa 10 Zeichen pro Sekunde abgelöst vom „**Kugelskopf**“ in 1961, einer die Zeichen tragenden Kugel, deren Oberfläche den Zeichensatz

trug und dessen Zeichen elektromechanisch, zwei-dimensional zum Druck positioniert wurde. Die Druckgeschwindigkeit war 14 Zeichen pro Sekunde. Erstmals konnte die Schriftart durch Kugel-Austausch durch den Benutzer selbst geändert werden. Dieses Prinzip beherrschte das Feld bis zum Aufkommen der sog. „Daisywheel“-Drucker (ca. 50-60 Zeichen pro Sekunde) und später von preiswerten Matrixdruckern.

Carda Type IBM 870

Von links im Uhrzeigersinn: Die automatische Schreibmaschine, die Zentraleinheit mit Kartenabfühler, Kartenstanzer, numerische Tastatur, Lochkarten-Ziehkartei. Die angewandte Technik: Elektromechanik, Relais.



Elektronische Fakturiermaschine IBM 632

Von rechts nach links: der Lochkartenleser, die numerische Tastatur, die automatische Schreibmaschine, links der Ergebnis-Kartenstanzer. Die Programmsteuerung besorgt ein Plastik-Lochband, das synchron mit den Zeilen der automatischen Schreibmaschine läuft. Der Lochkartenleser enthält auch die Rechen-Elektronik in Vakuumröhrentechnik.



T/W-Rechner mit Komma-Automatik

IBM 610. Im Bild links der Rechner mit Magnettrommel-Speicher, unten die Schalttafel und oben Lochstreifenleser und Stanzer. Auf dem Tisch: die Ausgabe-Schreibmaschine und die Steuerkonsole.



T/W Rechner IBM 1620

Im Bild links Mitte Lochstreifenleser, rechts die ZRE mit 20000 Speicherstellen, die Steuerkonsole, rechts unten die Konsole-Schreibmaschine, nicht ganz sichtbar. Hinten oben Drucker, Plotter und Plattenspeicher.



R- Kleinsysteme IBM Produkte und deren Einsatzbereiche im Überblick.

Die Einsatzgebiete von Kleinsystemen breiteten sich von - anfänglich je getrennt - kommerziellem und Technisch/Wissenschaftlichem Einsatz aus, auf Prozeßsteuerung, dann Büro/Text-Verarbeitung und hin zu professionellem Einsatz für Profies vieler Fachrichtungen, jeweils einschließlich der mehr und mehr aufkommenden Telekommunikationsmöglichkeiten. Im Laufe dieser Entwicklung entfielen Hardware-seitige Barrieren beim Einsatz, angestrebt wurde die universelle Anwendung, realisiert durch Basisarchitektur, Betriebssysteme und entsprechende Anwendungssoftware-Pakete.

Zeit

E i n s a t z b e r e i c h e

Kommerziell.....Technisch/.....Prozeßsteuerung.....Büro/.....Professionals
Wissenschaftlich Echtzeitverarbeitung Text vieler Fachrichtungen

Systeme der Zeit „Elektromechanik / Elektronenröhre“.

1956..... 870
1958.....632.....610

Systeme der Zeit „Transistoren“

1959.....1620
1962.....1720
1963.....1710
1964.....1800
1965.....1130

Systeme der Zeit „Integrierte Schaltkreise“.

1969.....S/3
1970.....S/7
1975.....S/32
1976.....S/1.....5100
1977.....S/34.....S/6.....5110
1978.....S/38
1979.....6670, 5520
1980.....6580.....5120
1981.....S/23.....PC
1983.....S/36.....XT, PC Home
1984.....S/36-5362.....AT, PC Mobile
1985.....S/36-5363
1986.....6150
1987.....S/36-5364.....XT286, PS/2- 30, 50
1988.....AS/400.....PS/2-70
1989.....PS/2-55z
1990.....PS/1
1991.....AS/400 (inkl. erster AS/400 mit Mehrweg-Prozessor).....PS/2-90+95
1992.....ThinkPad 700
1993.....AS/400: Neue Modelle 100, 135 und 140 als Server
1994.....AS/400: Advanced.Series als Server.....IBM Aptiva
1996.....ThinkPad 560
1997.....AS/400 Modelle im oberen Leistungsbereich: bis zu 12-fach-Prozessor
1998.....ThinkPad iSerie
2000.....AS/400 eServer, 5 neue Modelle, noch flexibler und leistungsfähiger.

Diese Zusammenstellung führt zu folgenden Aussagen: **1.** Der kommerzielle Anwendungsbereich war zu allen betrachteten Zeiten eine Herausforderung, die in der jeweils aktuellen Technik enthaltenen, potentiellen Möglichkeiten am unteren Ende des Leistungsbereiches von DV Geräten auszuschöpfen.

2. Die Darstellung macht deutlich, daß technologische Barrieren zunächst zu Geräte-Spezialisierung führte, die längerfristige Entwicklung jedoch wieder zum universellen Einsatz zurückführte. Die Entwicklungen auf den Gebieten der Halbleitertechnologie für Schalt-und Speicherchips, kostengünstiger peripherer magnetischer Speicher und Eingabe/Ausgabegeräte und für diese Kategorie angemessene Betriebssysteme waren die Basis für Softwarehäuser, eine große Zahl von Anwendungsprogrammen zu erstellen, die sich durch Bewährung am Markt zu Standards herausbildeten. Der kleinere Rechner, 1960 noch ein Werkzeug für Technisch/Wissenschaftliche Experten, mutierte zum Werkzeug direkt am Arbeitsplatz von Professionals vieler Fachrichtungen. Im Jahr 2000 sind diese Geräte das Standardwerkzeug sehr vieler Arbeitsplätze.

Computertechnologie, Gesamtüberblick 1948 bis 2000
nach Prozessorzyklus, MIPS-Leistung, Stellfläche und der
resultierenden Stellfläche in m² pro MIPS Prozessorleistung.

Jahr	Technologie	IBM's erstes Produkt in dieser Technik	Prozessor-Zykluszeit	Prozessor-Leistung MIPS	Stellfläche absolut m ²	Stellfläche relativ m ² pro MIPS
1948	Vakuumpipeline	604	500 µs	0,00013	1,043	8023
1952	Miniaturröhre und Germaniumdiode	701	60 µs	0,009	3,94	438
1953	Miniaturröhre + Steckdiode	650	192 µs	0,0007	2,62	3743
1958	Transistor SMS	7090	2,18 µs	0,176	10,291	58,47
1964	Mikrotransistor SLT	S/360-50	500 ns	0,16	4,78	29,88
	Mikrotransistor ASLT	S/360-91	60 ns	5,5	25,36	4,6
1969	Monolithic Systems Technology					
	MST bipolar	S/3	1,52 µs	0,01	1,515	151,5
1970	MST bipolar	S/370-165	80 ns	1,8	13,61	7,561
	MST bipolar	S/370-145	202,5-315 ns	0,28	4,0	14,2
1976		3033	57 ns	4,8	14,34	3,0
1979	MLC / MCM bipolar	4341	150-300 ns	0,8	1,472	1,88
1980		3081 D	26 ns	10,2	13,3	1,03
1985	lar	3090 M400	18,5 ns	52	19,9	0,382
1986		9370-M90	80 ns	2,3	1,2	0,591
1990	bipolar	ES/9000-9021	14,5 ns	124	16,8	0,135
1995		9672-R1	17 ns	66	1,8	0,0273
1999	CMOS bipolar	9672-G6	1,57 ns	1791	1,8	0,001
	CMOS					
	CMOS					

Erläuterungen:

a) Indizes:

i1 Hauptspeicher in Kathodenstrahlröhren-Technik

i2 Hauptspeicher in Trommelspeichertechnik

i3 Hauptspeicher in Kernspeichertechnik

i4 S /3 war das erste IBM EDV System, dessen Logik-Schaltkreise vollständig in monolithischer Technik aufgebaut waren. Damals trug ein Chip drei bis vier Schaltkreise. System /3 wurde anfangs noch mit Kernspeichern, später auch mit monolithischer Hauptspeichertechnik ausgeliefert.

i5 Ab S/370-145 nutzte IBM monolithische Technik auch für Hauptspeicher, d.h. *erstmalig waren alle elektronischen Kreise in einer einzigen Technik ausgeführt*, die bis dahin erforderlichen Adaptionen von einer an die andere Technik entfielen vollständig. Dadurch erhöhten sich Zuverlässigkeit, Betriebssicherheit und Verfügbarkeit der Systeme. Beispiele dieser Art von Adaptionen:

- 701: Die Speicherröhre forderte die Bereitstellung hoher Ablenkspannungen gemäß dem Adressregisterinhalt, deren Pegel weit außerhalb der Diodengatter der Systemlogik und damit sehr aufwändig.

- 650: Der Trommelspeicher arbeitete mit einer Schreib/Lesematrix und Schreibimpulsen von - damals nur 1,5 µs - Dauer. Dies alles mußte bereitgestellt werden mit Pegeln und Strömen, die 20 mal so groß waren als die der Diodengatter der Systemlogik, d.h. aufwändig.

- 7090: Der Kernspeicher arbeitete mit transformatorischen Impulserzeugern für das Schalten der Ringkerne, deren Adaption an die Standard-Schaltlogik erforderte zusätzlichen Aufwand.

i6 MLC/MCM steht für Multilayer Ceramic/Multi-Chip Modul. Das Entwicklungspotential dieser Technologie ermöglichte die enorme Steigerung der Schaltkreisdichte bis in die Gegenwart.

b) Allgemeines:

1. Obige Tabelle enthält nur das nach *Prozessorzyklus leistungsfähigste System seiner Art und Zeit*, danach erfolgte Leistungserweiterungen am jeweiligen Typ werden nicht gezeigt.
2. *Stellfläche pro MIPS* wurde von den Autoren als errechnetes Attribut gewählt, weil z.B. das Attribut „Schaltkreisdichte/Chip“ wenig anschaulich ist bei sich verändernden Chip-Größen.
3. Spalte Prozessorzyklus. Die Steigerung um fast **Faktor 10⁶** spricht für sich selbst!

Computertechnologie, Paketierung - Wärmeabführung - Verbindungsdimensionen.

Paketierung.

Der erste industriell gefertigte Elektronische Rechner IBM 603 (1946) nutzte die von Rundfunkgeräten bekannte Panele-Technik, um 160 Radioröhren auf Stecksockeln unterzubringen. Die Ableitung der von den Röhren abgegebenen Wärme nach aussen - etwa 10 Watt/Röhre- besorgte die natürliche Strömungskühlung der aufsteigenden Warmluft.

Die doppelt so leistungsfähige 604 (1948), die außerdem auch dividieren konnte, erforderte mit etwa 1400 Miniaturröhren ein Paketierungssystem, das sowohl dem IBM Standard „eine DV-Maschine muss durch normale große Türen/Aufzüge transportiert werden können“ folgte, als auch Kühlungs- Fertigungs- Kosten- und Wartungsgesichtspunkte berücksichtigte.

Seit dieser Zeit war es erforderlich, ein der jeweiligen Technik-Entwicklungsstufe optimal angepasstes Paketierungssystem einzurichten. Die Gründe: a) Verbindungsleitungen: Länge/Induktivität/Kapazität, b) Anzahl äußerer Löt/Steckverbindungen und deren Machbarkeit, c) Dokumentation, d) Diagnostizierbarkeit, um nur die wichtigsten zu nennen.

Die IBM SMS Technik ist unter 6.1. erwähnt. Ab IBM S/360 und deren SLT Technik (siehe 7.3.2 a) bestanden Boards aus 4 Lagen Epoxyharz-Leiterplatten mit gedruckten Schaltungen in jeder Lage, die die Board-internen Signal- und Stromversorgungsleitungen enthielt und die Steckverbindungen auf einem 65 x 98 Lochraster für die Schaltkreiskarten.

Die weiterentwickelte Lagentechnik der Monolytic System Technology (MST) für Chipträger nutzte Mehrschichtkeramik (MLC). 4331 (in 1979) erforderte 23 Schichten 50 x 50 mm, bis zu 33 Schichten waren erforderlich bei 308x (1980) bei 90 x 90 mm Grundfläche.

Wärmeabführung.

Seit der frühen Nutzung elektronischer Bauelemente war die Abfuhr der von diesen entwickelten Wärme Thema für die IBM Entwicklungsingenieure, das adequate Lösungen forderte. Zeitliche Stationen dieser Entwicklung sind in Kurzform dargestellt:

1942/1946 Strömungskühlung ohne Ventilatoren.

1948 Strömungskühlung mit Ventilatoren: diese zogen Raumluft unten ein und bliesen Warmluft oben ab.

1958 Magnetkernspeicher-Wärmeabfuhr durch im Ölbad liegende Speicherebenen der 7302 (7090-Kernspeicher).

1964 Strömungskühlung mit wassergekühlter Luft, im Prinzip wie 1948, jedoch wurde die durchströmende Luft von wasserdurchflossenen Kühlkörpern abgekühlt (nur angewandt bei /360-91 wegen „2 stöckiger Chipmodule“).

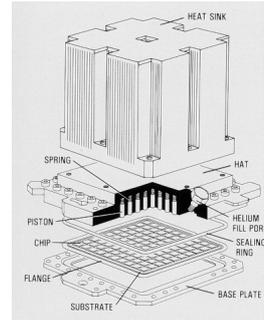
1980 Direkte 300 Watt-Wärmeabfuhr von 177 Chips auf 0,81 dm² durch je einen hochleitfähigen Stempel, unterstützt durch Heliumgas, Abgabe der Wärme von 177 Stempeln an den wasserdurchflossenen Stempelführungskörper; der die Wärme an einen Wasserkreislauf abgab. Diese *Thermal Conduction Modul [TCM]-Technik* ist unter E9 Seite 4 in ihrer Anwendung bei 308X Großsystemen beschrieben.

1986 Direkte 200 Watt-Wärmeabfuhr von 117 Bipolar Chips durch je einen hochleitfähigen Stempel, unterstützt durch Heliumgas, Abgabe der Stempelwärme an einen Stempelführungskörper mit extrem großer Aussenfläche, die die Wärme nach aussen Ventilatoren-gestützt abstrahlte. Dieses „*Air cooled TCM*“ wurde vom IBM Entwicklungslabor Böblingen geschaffen für das System

9370-M90. Die Bauelemente des *Air cooled TCM* zeigt das Bild rechts.

1998 Der Parallel Enterprise Server 9672-G6* hatte ein Prozessorboard mit 161,3 cm² Fläche mit darauf aufgebrachten *Processor Unit Chips*. Auf dieser Grundfläche befand sich in 75 Schichten Glaskeramik die gedruckte Verdrahtung von 595 Meter Länge. Der flüssigkeits-durchströmte Tragekörper der *Processor Unit Chips* im Kreislauf zweier Kühlaggregate wurde thermostatisch auf +5° C gehalten, 850 Watt waren abzuleiten.

* Journal of IBM Research & Development V43, Nb.5/6, 9/11-1999



Verbindungsdimensionen.

Feste elektrische Verbindungen von Computer-Schaltkreiskomponenten untereinander wurden von 1942 bis 1957 überwiegend als Lötverbindungen realisiert. Je nach Systemgröße waren Tausende/Zehntausende erforderlich.

IBM SMS (Standard Modular System) -ab 1958- bestand aus Schaltkreiskarten mit Transistoren, Chassis, Türen und Systemeinheiten. Die Verdrahtung innerhalb der Chassis nutzte WireWrap-Technik, damit konnten alle Verbindungen NC-gesteuert vollautomatisch hergestellt werden. Flachkabel verbanden Chassis und andere Chassis-tragende Türen.

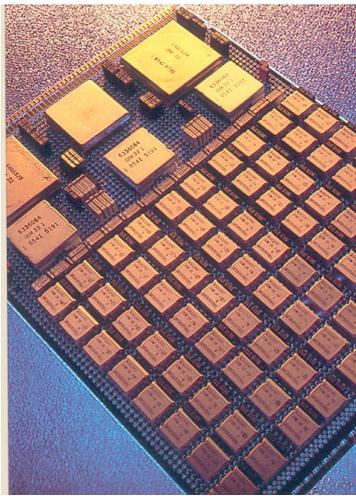
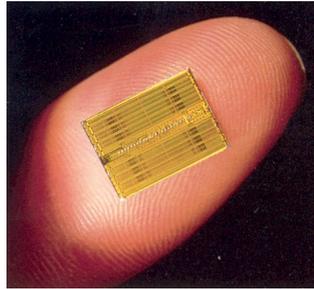
Die Anforderungen des System /360 (1964) führten zur SLT (Solid Logic Technology). Der modulare Aufbau bestand aus Karte, Board, Chassis, Tür und Systemeinheit. Der Board-Aufbau ist links unter Paketierung beschrieben. Dünn-Flachkabel stellten Verbindungen von Board zu Board / anderen Chassis her. Integrierte Schaltkreise ab S/370 (1970) führten diesen Prozeß fort, zunehmender MST-Integrationsgrad reduzierte Verbindungen.

Sieben Arten exemplarisch ausgewählter Baugruppen von vier Prozessoren aus 1977-1997 machen die Reduktion von Steckverbindungen durch weniger Bauteile deutlich. Das Resultat sind *höhere Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und kleinere Stellflächen* für den Nutzer.

	A	n	z	a	h	l	
Bau- grup- pe >	Logik- Karten/ TCM's/ MCM's	Proz- essor- Board s	Proz- essor- Chips	Spei- cher- kar- ten	Netz- teile	Kabel- ver- bin- dun- gen.	Sens- oren f. Temp. + Spg.
3033 1 UniP (1977)	1665 Logik- Karten	95	--	288	99	25000	191
3090- 600 J 6fach (1989)	79 Proze- ssor	10	7300	160	157	1753	114
9021- 9X2 10fach (1993)	60 Proze- ssor	14	5960	48	202	1388	38
9672- RX5 10fach (1997)	1 Proze- ssor	1	31	4	15	36	3

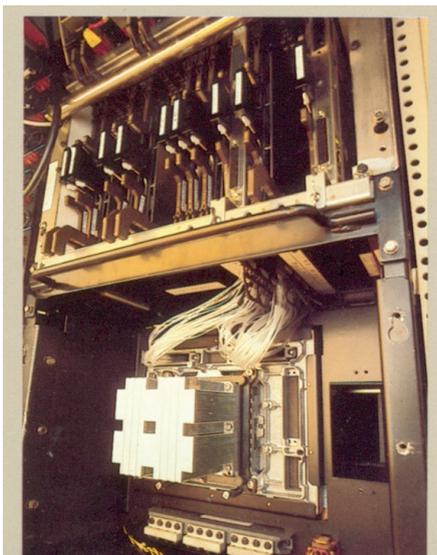
Computertechnologie, Speicher und Prozessor, zwei Technologie-Zeitschnitte:
 Zeitschnitt 1: **1986**, am Beispiel **S/9370-M90**

Der Hauptspeicher des Modell 90 nutzte das am dichtesten gepackte Speicherchip seiner Zeit mit 1 Megabit Speicherkapazität. 1 Mb Chips wurden u.a. im IBM Werk Hülb Böblingen gefertigt (Bild rechts).



Die auf Speicherkarten montierten Chips -hier mit Gehäuse- sind in 8 mal 10 Reihen angeordnet. Eine Speicherkarte hatte 1 Megabyte Speicherkapazität, sie war etwa 23 cm hoch und 18 cm breit. Oben links sind die Steckkontakte zum Board zu erkennen.

Alle Logikschaltkreise, Cache und Mikrocode-speicher des Prozessors IBM 9377 waren in einem **Air cooled Thermal Conduction Module** des Systems untergebracht. Das Bild zeigt das Air cooled TCM in eingebautem Zustand. Die Ventilatorluft passierte die TCM-Kühlschlitze quer und verlies das Gerät. 1800 Kontaktstifte und Gegenkontakte am Prozessorboard verbanden das TCM mit den Komponenten und der Stromversorgung des Gesamtsystems.



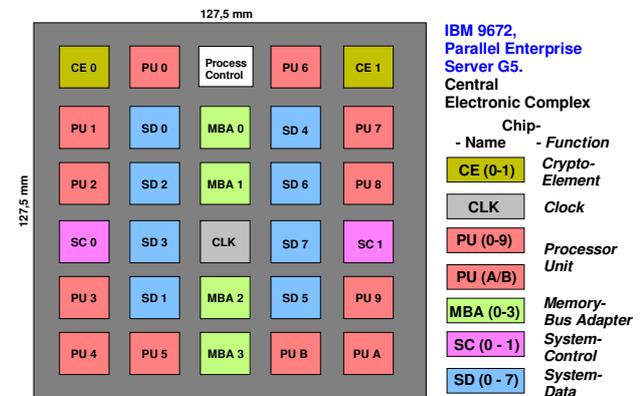
Die Zykluszeit des Prozessors betrug 50 ns, die Datenpfadbreite Speicher/Prozessor war 64 Bit.

Zeitschnitt 2: **1998**, am Beispiel **S/390-G5**

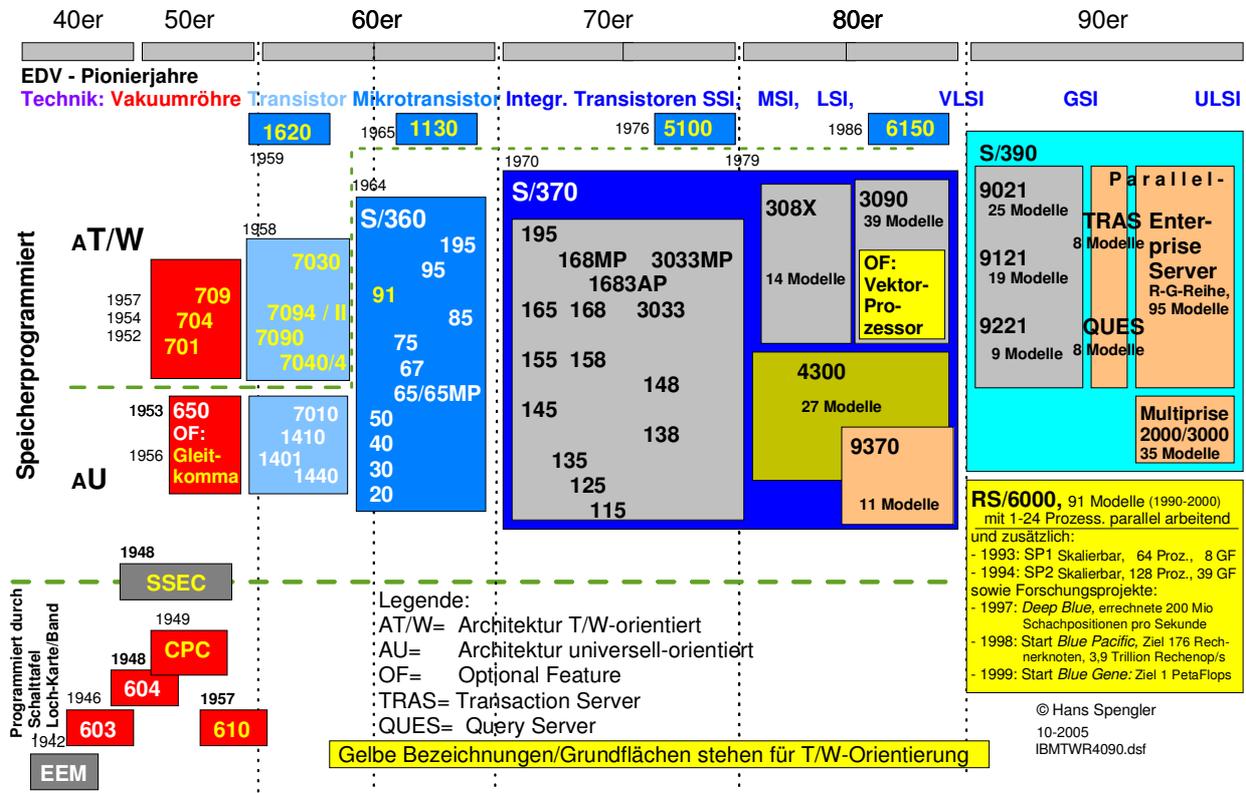
Die Fortschritte der Speicherentwicklung hatten 1996 zur Produktion von 64 Mb Speicherchips geführt. Die Speicherkarten der G5 waren damit bestückt, eine Karte fasste 6 GB, vier davon bildeten den 24 GB grossen Prozessorspeicher. Die Karten waren 26,67 cm hoch und 27,94 cm breit. An den Prozessorspeicher und dessen Speicherkarten wurden hohe Anforderungen gestellt, so mußten z.B. vier unabhängige Speicheranforderungen gleichzeitig von einer Speicherkarte bedient werden können. Jede Speicherkarte hatte 4 Speicherbänke und diesen zugeordnet 4 Adressregister. So konnten 16 Speicheranforderungen gleichzeitig bedient werden. Pro Speicherkarte waren ausserdem 4 Datenpufferregister vorhanden, die über ein geteiltes Transaktionsbusssystem die Verbindung zu den L2-Caches herstellten. Kommando-, Status- und Speicherschutz-Informationen hatten separate Busverbindungen zu jeder Speicherkarte, um die hohe Schnittstellenfrequenz von 250 MHz zu erzielen.

Von 1988 - ES 9370 Modell 50 mit CMOS Technologie des Entwicklungslabors Böblingen - bis 1998 wurde die CMOS-Technologie beispiellos voran gebracht: jedes Jahr gab es auf kleinerem Raum mehr Computerleistung. Der Parallel Enterprise Server 9672 Modell G5 übersprang die 1000 MIPS-Marke und erzielte 1148 MIPS Rechenleistung mit 2 ns Prozessorzykluszeit.

Der zentrale elektronische Komplex (CEC) der G5 war auf einem einzigen Modul (Graphik) mit 127,5 x 127,5 mm untergebracht, es trug **30 Chips**. Höchstintegrierte Schaltkreise (bis zu 59 Millionen-Transistoren beim SD-Chip). **Chip-Anzahl & Funktion:** 12xPU Processor Unit: jede mit eigenem L1 Cache mit 256 KB; 8xSD System Data: L2 Cache mit 1 MB und dessen Anbindung an Hauptspeicherbanken; 4xMBA: Memory Bus Adapter; 2xSC, System Control: L2 Controller incl. Nonblocking Crosspoint Dataswitch; 2xCE: Crypto Element; 1xProcess Control und 1xCLK: Clockunit.



Die Grundfläche des grössten G5 Modells betrug 1,8 m² bei 205 cm Bauhöhe.

R- T/WR-1: Überblick, **Technisch/Wissenschaftliches Rechnen im 20. Jahrhundert mit IBM.****IBM Systemfamilien 1942 - 2000 und Technisch / Wissenschaftliches Rechnen****R- T/WR-2 T/W-Rechnen in den EDV Pionierjahren.**

Mit dem *elektromechanischen* Großrechner „Automatic Sequence Controlled Calculator“ (ASCC), einer „Einzelfertigung“, betriebsbereit 1944, trug IBM früh zum T/W-Rechnen bei. ASCC* war der Zeit weit voraus, 72 Rechenwerke mit je 23 Dezimalstellen arbeiteten z.B. als 36 Paare parallel, gesteuert durch Instruktionen im 3-Adressmodus vom gelochten Programmband mit 300 ms Maschinenzklus. Mit ASCC erarbeitete IBM die Grundlagen für die bis dahin nicht gekannte Verkleinerung der elektromechanischen Komponenten. Daraus resultierten Genauigkeit und Geschwindigkeitsverdoppelung.

Mit EEM, 603 und 604 (siehe 4.2) und den mit ASCC gesammelten Erfahrungen wurden die Grundlagen für den „Selective Sequence Electronic Calculator“, SSEC, geschaffen. Als Einzelanfertigung in Betrieb ab 1948 für IBM und die interessierte Wissenschaft, folgte SSEC noch nicht voll dem von Neumann-Konzept, jedoch bot das Rechenregister mit 28 Dezimalstellen große Genauigkeit und Leistung, zwei 19 stellige Werte wurden z.B. in 285 µs addiert, dies war etwa die 1000fache Geschwindigkeit der ASCC. Hier ist auch der unter 4.6 erwähnte *Card Programmed Calculator* zu nennen.

Parallel zu diesem Geschehen lief die Entwicklung der IBM 701 als *dediziertem T/W-Rechner* (siehe E5), der die Rechenzeit pro Addition auf 60 µs beschleunigte, nicht zuletzt auch durch den - damals - extrem schnellen Kathodenstrahlröhren-Hauptspeicher mit 2048

binären Worten je 36 Bit. *Gleitkomma-Arithmetik* wurde *per Unterprogramm* erzielt. Die T/W-Rechner danach, 704, 709 und 7090, hatten *Gleitkomma als Standardrichtung* mit dem Datenformat 27 Bit für Mantisse und 8 Bit für Exponent. Der 704-Instruktionssatz begann mit 8 Instruktionen, 709 und 7090 folgten mit 14 Gleitkommainstruktionen.

IBM 650, ursprünglich als dezimaler T/W-Rechner konzipiert, errang durch seine Vorzüge (beschrieben in 5.3/4) schnell kommerzielle Anwendungsfelder und wurde als Universalrechner eingesetzt. Ab 1956 wurde für T/W-Anwender eine „*Gleitkomma-Arithmetik*“ als Zusatzeinrichtung angeboten. Die Darstellung im 10 stelligen Dezimalwort erreichte man durch 8 stellige Mantisse plus Wortvorzeichen und zweistelligem Exponenten. Dies ermöglichte einen Exponentenbereich von 10^{-50} bis 10^{50} . Die Universalrechner 7070/74 (1958/1960) folgten mit ihren *Gleitkomma-Zusatzeinrichtungen* dem bei 650 angewandten Gleitkomma-Prinzip bezogen auf die Darstellung von Mantisse und Exponent. Der Instruktionssatz enthielt 13 GK-Befehle inklusive doppelter Genauigkeit.

IBM 610 (1957) war im Prinzip der erste T/W-Rechner für Professionals. Die Programm-Ablaufsteuerung erfolgte kombiniert durch Schalttafel und Lochstreifenleser, beide ermöglichten iterative Schleifen für mathematische Aufgabenstellungen. Die *Gleitkomma-Einrichtung war Standard*, daher die Bezeichnung „Rechner mit Kommaautomatik“. 610 hatte Eingabetastatur und Ausgabeschreibmaschine in Typenhebeltechnik.

* folgte konzeptionell Babbage's „Analytical Engine“, um 1840.

R- T/WR-3 Programmiersprachen. **FORTRAN** war die früheste und am meisten verbreitete Programmiersprache, entwickelt unter dem Leitmotiv „Let the computer do the hard work“ von IBMer John Backus. Diese höhere Programmiersprache für Wissenschaftler und Ingenieure begann mit FORTRAN in 1955, es folgten F'II (1958), F'IV (1963), F'77 (1977) und F'81 (1981).

Zusätzlich wurde von K.E. Iverson „A Programming Language **APL**“ geschaffen. Er wechselte 1960 von Harvard zu IBM. Ab 1966 begann IBM einen APL/360 Service, das Gesamtpaket stand ab 1968 zu Verfügung. Es enthielt eine Fülle ungewöhnlicher Funktionen und hat sich z.B. für IBM 5110/20 als mächtiges Interpreter-System durchgesetzt. Der Schreibaufwand war um das Fünf- bis Zehnfache geringer gegenüber FORTRAN.

R- T/WR-4 T/W-Rechnen mit S/360 und 370.

Der *Gleitkomma-Instruktionssatz* hatte insgesamt 44 Befehle. Erstmals konnte eine Gleitkommazahl in Form eines „kurzen“ Wortes mit 31 Bit - 7 Bit Exponent und 24 Bit Mantisse - und eines „langen“ mit 63 Bit - 7 Bit Exponent und 55 Bit Mantisse - dargestellt werden. Die 31 Bit-Darstellung bezeichnete man mit „Einfache“, die 64 Bit Darstellung mit „Doppelte Genauigkeit“. Der Exponentenbereich reichte von -64 bis +63. Der Exponent war hexadezimal dargestellt. Die Wertdarstellung konnte sich im Bereich von 10^{-78} bis 10^{75} bewegen. Bit 1 im Wort/Doppelwort enthielt das Vorzeichen der Mantisse, diese war binär dargestellt. Der Instruktionssatz enthielt jeweils unterschiedliche Befehle für die beiden Datenformate. Vier Gleitkommaregister mit je 64 Bit ermöglichten aufeinander folgende Gleitkommabefehle ohne zusätzlichen Speicherzugriff.

Die beiden Gleitkomma-Datenformate wurden 1968 ergänzt um „extended“, d.h. ab S/360-M85 waren dann einfache, doppelte und erweiterte (128 Bit) Genauigkeit Standard. Der GK-Befehlsumfang stieg dadurch auf 51 Instruktionen an.

Für Rechenprobleme, bei denen auch mit *Erweiterte Gleitkommagenauigkeit* keine genügend präzisen Ergebnisse gewonnen werden konnten, wurde von Prof. Dr. U. Kulisch*, Universität Karlsruhe, zusammen mit W.L. Miranker, IBM Forschungslaboratorium Yorktown Heights das **ACRITH-Verfahren** entwickelt. Damit konnten die Berechnungen mit sehr hoher Genauigkeit ohne Rundungsfehler und in Intervallarithmetik durchgeführt werden. Ab 1983 wurde von IBM eine umfangreiche Programmbibliothek als Lizenzprogramm für eine Vielzahl mathematischer Routinen bereitgestellt. Zusätzlich wurden für das System /370 und für den Rechner 4361 die ACRITH-Arithmetik durch Mikrokode als Hardware-Funktion implementiert. * U. Kulisch, Ulrich W. and Willard L. Miranker: Computer Arithmetic in Theorie and Practise; Academic Press, N.Y. 1981

R- T/WR-5 Vektorrechnung. Der beim System 3090 (1986) beschrittene wirtschaftliche Lösungsansatz, einen leistungsstarken Prozessor optional mit einer Vektoreinrichtung zu ergänzen, ist unter 9. 2.2.4 beschrieben.

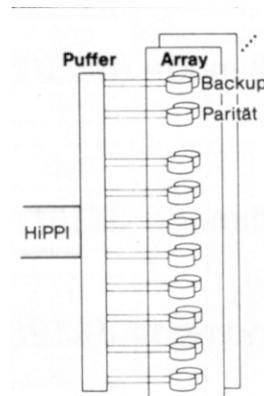
R- T/WR-6 IEEE Binäres Gleitkomma. Ab dem Enterprise Server G5 (1998) wurde zusätzlich zum hexadezimalen Gleitkomma die binäre Gleitkommaarithmetik nach dem ANSI-IEEE Standard mit 91 Instruktionen implementiert. Gleichzeitig wurde die Zahl der Gleitkommaregister von 4 auf 16 erhöht. Mit 30 neuen Instruktionen wurde der Funktionsumfang des hexadezimalen Gleitkommas an das Binäre angepasst. Diese Erweiterungen verbesserten und erleichterten den Zugang zu Java und C/C++ Anwendungen und Plattformen und entsprechen der

Unterstützung offener Standards.

R- T/WR-7 RS/6000. Bei RS/6000 waren Gleitkomma-Einheit und Festkomma-Einheit funktionell unabhängig voneinander und hatten gleichen Prioritätsrang. Sie erhielten simultan Befehle von der Instruktionssteuereinheit und führten diese gleichzeitig aus (siehe auch E10, Seite 13).

R- T/WR-8 Spezielle Speicherverfahren. Im Technisch/Wissenschaftlichen Bereich fallen bei Anwendungen, z.B. bei Simulationen oder Visualisierungen, aber auch im Operations Research, *große sequenzielle Datenbestände mit sehr hohen Datenübertragungsraten und gleichzeitig hoher Datenverfügbarkeit* an. Um Anforderungen dieser Kategorie abzudecken, wird die **Striping-Technik**, genutzt, bei der Datenblöcke gleichzeitig parallel auf mehrere DASD-Laufwerke geschrieben werden. Beim Lesen werden die Datenblöcke wieder gleichzeitig parallel von den Laufwerken gelesen und in ihre ursprüngliche Reihenfolge gebracht. Das **IBM Disk Array Subsystem 9570 (1991)** erfüllte die Kriterien der oben genannten Anforderungen mit einer effektiven Datenrate von 50 MB/s und Speicherkapazitäten von 10,4 GB bis 183 GB je nach Blockungsfaktor und Modell.

Das fehlertolerante Design folgte RAID-3, dabei wurden 8 Plattenmodule für Daten, ein Plattenmodul für Parity und ein Plattenmodul für Backup beansprucht. Eine 9570 bestand aus einer Grundeinheit und wahlweise aus bis zu sieben Erweiterungseinheiten. Die



Grundeinheit enthielt die Array-Steuerung, ein oder zwei HIPI-Anschlüsse* sowie Array-Module. Die Array-Module umfassten vier oder acht Datenmodule, ein Paritäts- und ein wahlweises Backup-Modul.

*HIPI= Ein von ANSI (American National Standard Institute) genormter Standard zum Anschluß von Hochgeschwindigkeitseinheiten,

der Übertragungsraten von 100 MB/s erlaubt. Die Erweiterungseinheiten enthielten jeweils acht Datenmodule sowie ein Paritäts- und ein Backup-Modul. Jedes Daten-Modul enthielt zwei Laufwerke.

Durch den Einsatz von Paritäts- und Backup Modulen wurde ein hoher Grad der Datenverfügbarkeit erreicht. Die 9570 konnte Fehler im Datenmodul erkennen und unter Verwendung des Paritäts-Moduls ohne Unterbrechung weiterarbeiten. Während weiterhin Daten gelesen und geschrieben wurden, konnten Daten des nicht mehr verfügbaren Moduls mit Hilfe von Paritäts- und Backup-Modul rekonstruiert werden. Danach wurde das Backup-Modul als Datenmodul verwendet, bis das reparierte Datenmodul wieder in den laufenden Betrieb übernommen werden konnte.

IBM Software, Referenzverzeichnis

Epoche	Abschnitt	IBM Software	Seite	
E 5	5,6	Assembler, Speedcoding, SOAP, FORTRAN, IBSYS	33	
E 6	6.5	Autocoder, FORTRAN II / IV, RPG, SORT/MERGE, IOCS	39	
E 7	7.3.6	Programmunterstützung S/360 per 2. Quartal 1966 u.a. FORTRAN IV, PL/I, COBOL	47 48	
	7.3.7	Anwendungsprogramme S/360 (unter dieser Überschrift ist auch APL genannt, ebenso RPG II, BOMP, IMPACT, DB/DC, IMS/360, GIS mir Stairs		
	7.8	Angekündigte S /360 Programme (detailliert).	50	
E 8	8.1.4	Betriebssysteme	55	
	8.1.7	Datenfernübertragung (DFÜ) inclusive CICS	60	
	8.8	Database (Datenbank)	62	
	8.9	Einsatztrends bei IMS und CICS	63	
E 9	9.1.1	/370-XA	MVS-XA und VM-XA	69
	9.3.3	Mittlere Systeme	DOS/VS, DOS/VM, ECPS:VSE, SSX/VSE VSE Systeme IPO/E	72
	9.3.9	Systeme für spezielle Anwendungen: AIX in Verbindung mit 6150		73
	9.11	System-nahe Software, SAA: System Application Architecture		78
	9.12.2	Betriebssysteme Status per 1990		79
E 10	10.2	OPEN SYSTEM		91
		MVS/ESA, AIX/ESA, VEM/ESA, VSE/ESA		105

Im Resümee-Teil des Buches (Seiten R-1 bis R-22)

R-5	Architektur		111
R-6	Vorgeschichte IBM Betriebssysteme (Mitte / Ende der 1950er Jahre)		112
R-7	IBM Betriebssysteme von S/360 bis zur z/Architektur im Überblick		113
R-20	Technisch-Wissenschaftliches Rechnen mit IBM, graphischer Überblick mit Text		126
R-21	Technisch-Wissenschaftliches Rechnen mit IBM		
	- 2	In den Pionierjahren	
	- 3	FORTRAN, FORTRAN II / IV, FORTRAN '77, FORTRAN '91, APL	127
	- 4	Gleitkomma incl. ACRITH	
	- 5	Vektorrechnung	
	- 6	IEEE Binäres Gleitkomma	
	- 7	RS/6000	
	- 8	Striping: Verfahren zur ultraschnellen temporären externen Speicherung	
R-22	IBM Software, Referenzverzeichnis		128

Teil 3: Die Autoren.**Günther Sandner.**

Geboren am 1.3.1932 in Stuttgart. Abitur an der Wagenburg Oberschule. Mathematikstudium an der Technischen Hochschule Stuttgart, Diplom 1958.

1965 Heirat mit Gisela Klank, Kinder Jörg, Rolf und Katrin. Enkelkinder Florian, Philipp, Paul und Fabian.

1958 Eintritt in die neu gegründete Mathematische Abteilung der IBM Deutschland GmbH in Sindelfingen.

Die erste Tätigkeit bestand darin, durch Schulungen, Vorträge und die Programmierung von Teilproblemen Ingenieuren und Wissenschaftlern erste Kenntnisse über die Funktionsweise von Computern und die Vorteile ihres Einsatzes zu vermitteln, die damals als höchstens ansatzweise vorhanden waren.

1962 Leitender Systemberater in der neu geschaffenen Systemberatung, gegründet, um allen EDV-Beratungsfunktionen eine einheitliche Struktur zu geben.

1967 und 1968 Leiter Systemberatung der IBM Geschäftsstelle Hamburg Industrie.

1969 Chefberater für Systemanwendungen.

1972 Großkunden / Großsystemberatung.

1980 Ankündigungsmanager für Großsysteme.

198x Produktmanager Großsysteme.

1990 Frühpensionierung und Beginn der Mitarbeit in der IBM Klubsparte Geschichte.

1995 desgl. im Haus zur Geschichte der IBM DV in Sindelfingen.

Hans Walter Spengler.

Geboren am 7.11.1930 in Stuttgart. Lehre-Abschluß als Elektroinstallateur. Parallel dazu Erwerb der FHS-Reife beim Rustin'schen Fernlehrinstitut Berlin/München und ebenfalls dort 1950-52 Studium Elektrotechnik. 1952-53 Kraftwerk Altwürttemberg AG Ludwigsburg.

1953 Heirat mit Edith Göhner, Kinder: Hans-Joachim und Jürgen-Michael und Enkelkinder Janine, Marc, Sara und Tom.

1953 Eintritt als Außendiensttechniker bei IBM Deutschland GmbH in Stuttgart. 1955 Instruktor für Lochkartenmaschinen, 1957 Instruktor für den IBM Computer 650, 1960 USA Aufenthalt für den Großrechner IBM 7070, 1962 Chefinstruktor für Großrechenanlagen. 1964 zweiter USA Aufenthalt für die IBM S/360-30. 1965 Leiter Trainingprogramm S/360-30 und Ein-/Ausgabe sowie TOS/DOS. 1968 Beauftragter für die Personalentwicklung des Technischen Außendienstes. 1969 Mitglied der Kommission „Customer Engineering Management Training Europe“, Start dieses Programmes in Croydon 1970. 1976 Leitender Berater TA Führungsprogramme und Verfasser von „Historisches und Gegenwärtiges“. 1983 Chefberater TA Steuerung Management Programme.

1988 Vorruhestand. Gewählt zum Primus Inter pares der Gruppe Elektronische Maschinen der Klubsparte IBM Geschichte und als solcher ab 1995 beteiligt am Auf- und Ausbau von Sammlung und Produktdarstellung im *Haus zur Geschichte der IBM DV* in Sindelfingen incl. vieler Gruppenführungen.

Parallel dazu zwei unveröffentlichte Studien: 1. „Der Weg zum speicherprogrammierten Computer“ und 2. ENIAC, Beitrag zum speicherprogrammierten Computer?