

Fred P. Brooks: A Software Pioneer

Armin Grodon

Hochschule München

10.12.2015



Gliederung

1 Fred Brooks

Leben

IBM

2 OS/360

Hintergrund

Design

Aufbau

Nach OS/360

IBM heute

3 The Mythical Man-Month

Vorgeschichte

Inhalt

4 Fazit



Fred Brooks



- Frederick Phillips Brooks, Jr.⁽¹⁾
- 19. April 1931 in Durham, NC
- 1953, Bachelor in Physik
- 1956, Doktor in Informatik
(Angewandte Mathematik)

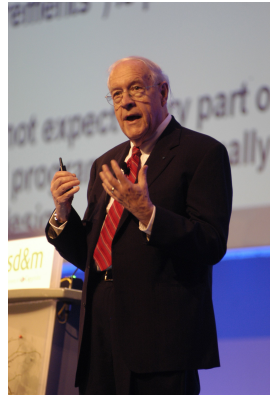


Abbildung: Fred Brooks in Berlin⁽²⁾

⁽¹⁾https://www.cs.unc.edu/~brooks/FPB_BIO.CV.04.2007.pdf

⁽²⁾https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fred_Brooks.jpg



Überblick

- Architekt für die Supercomputer **Stretch** und **Harvest**⁽¹⁾
- Projektleiter für Entwicklung von **System/360**
- Projektleiter für Design von **OS/360**

⁽¹⁾https://www.cs.unc.edu/~brooks/FPB_BIO.CV.04.2007.pdf



Stretch

IBM 7030 Stretch (1956-1961)

- Damals schnellster Supercomputer⁽³⁾
- Fast 190m² Fläche
- Für Los Alamos National Laboratory entwickelt
- Als Basis für mehrere Modelle geplant⁽⁴⁾
- Finanziellerer Misserfolg
- Grundlage der meisten heutigen Interrupt-Systeme⁽¹⁾

⁽³⁾http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/mainframe/mainframe_PP7030.html

⁽⁴⁾Marshall W. McMurran, ACHIEVING ACCURACY: A Legacy of Computers and Missiles, 98-100

⁽¹⁾https://www.cs.unc.edu/~brooks/FPB_BIO.CV.04.2007.pdf



Harvest

IBM 7950 Harvest (1958-1962)

- Doppelt so großer Zusatz zum **IBM Stretch**⁽⁴⁾
- Kryptoanalyse für die NSA
- Ursprung des 8-Bit-Byte⁽⁵⁾

⁽⁴⁾ Marshall W. McMurran, ACHIEVING ACCURACY: A Legacy of Computers and Missiles, 98-100

⁽⁵⁾ [http:](http://www.brouhaha.com/~eric/retrocomputing/ibm/stretch/early_history_of_harvest.html)

[//www.brouhaha.com/~eric/retrocomputing/ibm/stretch/early_history_of_harvest.html](http://www.brouhaha.com/~eric/retrocomputing/ibm/stretch/early_history_of_harvest.html)



OS/360



Ausgangspunkt

- IBM hat ~70% Marktanteil⁽⁶⁾
- Angst Marktanteile zu verlieren
- Computer können nicht genug Speicher adressieren⁽¹⁾
- Computer sind nicht einfach durch neuer Hardware erweiterbar
- Kompliziertere Speichermedien erfordern „bessere“ Betriebssysteme



Abbildung: IBM 2311 Festplattenlaufwerk⁽⁷⁾

⁽⁶⁾Paul E. Ceruzzi, A History of Modern Computing, 144

⁽¹⁾https://www.cs.unc.edu/~brooks/FPB_BIO.CV.04.2007.pdf

⁽⁷⁾https://commons.wikimedia.org/wiki/File:IBM_2311_memory_unit.JPG

Entscheidung

1961: Entscheidung für zweiten Versuch einer einheitlichen Basis⁽⁹⁾

- Vollständig auf- und abwärtskompatible Familie aus 7 Computern
- Gleiche Architektur für leistungsschwache Geräte und Supercomputer (geplant)
- Kompatibel für zukünftige Hardware und Software

⁽⁹⁾ G.H. Mealy, The functional structure of OS/360, Part I: Introductory survey, IBM Systems Journal



Grundlegende Neuerungen

- Festplattenlaufwerk in (fast) allen Ausführungen
- Multitasking unabhängiger Jobs⁽⁹⁾
- Kontrollprogramm ersetzt Operator
- Remote Zugriff
- Erweiterbar (Modular)

⁽⁹⁾ G.H. Mealy, The functional structure of OS/360, Part I: Introductory survey, IBM Systems Journal



Designentscheidungen

Abstraktion und Vereinfachung:

- Abstraktion von Hardware und Software⁽⁹⁾
- Beschränkung auf zwei Systemzustände
(**Problem** und **Supervisor State**)
- Task: Jegliche Kombination aus Programm und Daten
- Alles ist ein **Data Set**⁽¹¹⁾
- Behandlung von CPU als Ressource⁽¹⁰⁾

⁽⁹⁾G.H. Mealy, The functional structure of OS/360, Part I: Introductory survey, IBM Systems Journal

⁽¹⁰⁾B.I. Witt, The functional structure of OS/360, Part II: Job and task management, IBM Systems Journal

⁽¹¹⁾W.A. Clark, The functional structure of OS/360, Part III: Data management



Überblick

„One big peach and a bowl full of independent cherries“⁽⁸⁾

- Kontrollprogramm
(**Supervisor**, **Job Scheduler** und **Master Scheduler**)⁽⁹⁾
- Compiler, Sortierprogramme, Macrogeneratoren, etc.

⁽⁸⁾ F.P. Brooks, Vortrag: The IBM Operating System/360, Berlin 2001

⁽⁹⁾ G.H. Mealy, The functional structure of OS/360, Part I: Introductory survey, IBM Systems Journal



Supervisor⁽⁹⁾

- Zentraler Kontrollpunkt
- Speicherverwaltung
- Lädt Programme/Module in Speicher
- Steuert Nebenläufigkeit von Tasks
- Exception Handling
- Bereitstellung von System-Diensten

⁽⁹⁾ G.H. Mealy, The functional structure of OS/360, Part I: Introductory survey, IBM Systems Journal



Scheduler⁽⁹⁾

Job-Scheduler

- Analysiert und optimiert eingehende Jobs
- Verwaltet Ein- und Ausgabegeräte (Nebenläufigkeit von Jobs)
- Initialisieren und Terminierung der einzelnen Job Steps

Master-Scheduler

- Schnittstelle zum Operator

⁽⁹⁾ G.H. Mealy, The functional structure of OS/360, Part I: Introductory survey, IBM Systems Journal



Begriffsdefinitionen: Jobs⁽⁹⁾(10)

- **Job:** Unabhängige Arbeitseinheit
Kein Bezug zu anderen Jobs möglich
- **Job Step:** Sequentieller Arbeitsschritt eines Jobs
Bezug zwischen Job Steps möglich
- **Task:** Arbeit eines Programms in einem Job Step
Kann selbst weitere Tasks (Subtasks) erzeugen
Parallele Ausführung möglich
- **Control Statement:** Beschreibt Anforderungen eines Jobs
- **Job Stream:** Gruppierung mehrerer Control Statements
Kann Eingabedaten enthalten

⁽⁹⁾G.H. Mealy, The functional structure of OS/360, Part I: Introductory survey, IBM Systems Journal

⁽¹⁰⁾B.I. Witt, The functional structure of OS/360, Part II: Job and task management, IBM Systems Journal



Programmstrukturen und Wiederverwendbarkeit⁽¹⁰⁾

- Programm besteht aus einzelnen Unterprogrammen (Load Modules)
- Mögliche Strukturen:
 - **Simple**: Gesamtes Programm ohne weitere Unterprogramme
 - **Planned Overlay**: Programm in mehreren Segmenten
 - **Dynamic Serial**: Programm aus sequentiell angeordneten Unterprogrammen
 - **Dynamic Parallel**: Programm startet Unterprogramme in weiteren Tasks
- Unterprogramme sind:
 - **nicht wiederverwendbar**: Veränderung während Ausführung
 - **seriell wiederverwendbar**: Umkehrbare Veränderungen
 - **wiederverwendbar**: Geschützt gegen Veränderungen

⁽¹⁰⁾ B.I. Witt, The functional structure of OS/360, Part II: Job and task management, IBM Systems Journal



Job und Task Management⁽¹⁰⁾

Job Management

- Definiert und delegiert Arbeit
- Durchsucht Job Steps nach benötigten Datenträgern
- Sicherstellung, dass Ressourcen für Job Step bereitgestellt sind

Task Management

- Steuert den Arbeitsablauf
- Verwaltet Task mit Kontext (Task Control Block) in priorisierter Schlange
- Nicht wartenden Task mit höchster Priorität laden
- Bietet Speicherschutz und Speicher-Pools
- Benutzt einfachen swapping-Mechanismus (roll-in/out)

⁽¹⁰⁾ B.I. Witt, The functional structure of OS/360, Part II: Job and task management, IBM Systems Journal



Data Management⁽¹¹⁾

Reaktion auf wachsende Zahl an Geräten notwendig:

- Geräteklassen statt Geräte
- Zuweisung zu Geräten während der Ausführung
- statische, dynamische und generierte Zugriffsroutinen

⁽¹¹⁾W.A. Clark, The functional structure of OS/360, Part III: Data management



Begriffsdefinitionen: Daten⁽¹¹⁾

- **Data Set:** Jede Sammlung von Daten
Enthält **Data Set Label** (Name, Speicherbereich und weitere Parameter des Data Sets)
Adressierung über Seriennummer des Volumes und eigenen Namen
- **Volume:** Jeglicher Zusatzspeicher
Identifizierbar über **Volume Label** (Seriennummer und weitere Informationen)
- **Data-Set Catalog:** Baumstruktur von Data Set Labels die immer im Speicher gehalten wird
- **Generation Group:** Möglichkeit ältere Versionen vorzuhalten
- **Protected:** Markierung um Passwort für Zugriff zu verlangen
- **Buffer:** Zwischenspeicher für Ein- und Ausgabe

⁽¹¹⁾W.A. Clark, The functional structure of OS/360, Part III: Data management



Datenzugriff⁽¹¹⁾

Verschiedene Zugriffsmethoden mit jeweils eigenen Macrosprachen, je nach Datenorganisation und Zugriffs-Art

Tabelle: Zugriffsmethoden nach Datenorganisation und Zugriffs-Art

	Queued	Basic
Sequential	QSAM	BSAM
Indexed Sequential	QISAM	BISAM
Direct		BDAM
Partitioned		BPAM
Telecommunication	QTAM	BTAM

⁽¹¹⁾W.A. Clark, The functional structure of OS/360, Part III: Data management



Auswirkung für IBM

- Finanzieller Erfolg (Obwohl langsam und schwer zu bedienen)⁽⁶⁾
- IBM bleibt weiterhin Marktführer
- Konkurrenz von 7 auf 5 geschrumpft
- Architekturstandard geschaffen

⁽⁶⁾ Paul E. Ceruzzi, A History of Modern Computing, 144



Auswirkung für weitere Betriebssysteme

- 32 bit Wortlänge als Standard⁽¹²⁾
- 32/64 bit float Wort
- Strings variabler Länge
- (nahezu) ausschließlich Universalregister
- 32 bit Adressen
- 8-Bit-Byte als Standard
- Ein OS für verschiedene Anwendungsfälle und Hardware
- Hardwarestandards

⁽¹²⁾ Paul E. Ceruzzi, A History of Modern Computing (mitp, 2003), 151f



Multics und Unix

1965-1969: Entwicklung von **Multics**⁽¹³⁾

- Projekt von MIT, General Electric und Bell Labs
- TSS mit vielen Ideen aus OS/360
- Virtual Memory und Security

1969-1971: Entwicklung von **Unix**⁽¹⁴⁾

- Bell Labs steigt aus Multics aus
- Ken Thompson und Dennis Ritchie starten Entwicklung von Unix
- 1971: Beginn der Reimplementierung in C

⁽¹³⁾<http://www.multicians.org/history.html>

⁽¹⁴⁾<https://www.bell-labs.com/usr/dmr/www/hist.html>



Marktposition

- über 90% Marktanteil bei Mainframes⁽¹⁵⁾
- **System z** immer noch kompatibel mit **OS/360** Software⁽¹⁶⁾
- PC-Sparte mit **Thinkpad** an Lenovo verkauft⁽¹⁷⁾

⁽¹⁵⁾[http:](http://www.cci.net.org/2008/07/ibm-with-another-mainframe-antitrust-complaint-in-europe)

[//www.cci.net.org/2008/07/ibm-with-another-mainframe-antitrust-complaint-in-europe](http://www.cci.net.org/2008/07/ibm-with-another-mainframe-antitrust-complaint-in-europe)

⁽¹⁶⁾http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/zosbasics/com.ibm.zos.zmainframe/zconc_compatible.htm

⁽¹⁷⁾<http://www.cnet.com/news/ibm-sells-pc-group-to-lenovo>



System z



Abbildung: System z Mainframes⁽¹⁸⁾

⁽¹⁸⁾https://commons.wikimedia.org/wiki/File:System_z_Frames.JPG

System z

IBM z13

- Bis zu 10TB RAM und 141*5GHz⁽¹⁹⁾
- Bis zu 2.5 Milliarden Transaktionen am Tag⁽²⁰⁾
- Bis zu 8,000 VMs
- Echtzeit Verschlüsselung
- Embedded echtzeit Analyse

⁽¹⁹⁾http://www-03.ibm.com/systems/z/hardware/z13_specs.html

⁽²⁰⁾<http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/45808.wss>



Virtualisiertes MVS

```

tmax
Hercules CPU0000: 0% 5/370
PSW
00000000 00000000 24H..... A 000E 1403 PRT /home/armin/mvs38j/prt/prt00e.txt print fcback
00000000 00000000 00000000 00000000 B 000C 3505 RDR /home/armin/mvs38j/jcl/dummy ascii trunc eof
00000000 00000000 00000000 00000000 C 000D 3525 PCH /home/armin/mvs38j/pch/pch00d.txt ascii
00000000 00000000 00000000 00000000 D 000F 1403 PRT /home/armin/mvs38j/prt/prt00f.txt print fcback
0 1 2 3 F 0148 3350 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/mvsres.148 [560 cyls]
00000000 00000000 00000000 00000000 G 0480 3420 TAPE *
4 5 6 7 F 010C 3505 RDR /home/armin/mvs38j/jcl/dummy eof
00000000 00000000 00000000 00000000 H 030E 1403 PRT /home/armin/mvs38j/log/hardcopy.log print fcback
8 9 10 11 I 0131 2314 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/sort01.131 [200 cyls]
00000000 00000000 00000000 00000000 J 0132 2314 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/sort02.132 [200 cyls]
12 13 14 15 K 0133 2314 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/sort03.133 [200 cyls]
GPR CR AR FPR L 0134 2314 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/sort04.134 [200 cyls]
M 0135 2314 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/sort05.135 [200 cyls]
ADDRESS: 00000000 DATA: 00000000 N 0136 2314 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/sort06.136 [200 cyls]
O 0140 3350 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/work00.140 [555 cyls]
P 0152 3330 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/hasp00.152 [484 cyls]
Q 0160 3340 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/page00.160 [698 cyls]
R 0161 3340 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/page01.161 [698 cyls]
S 0170 3375 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/work01.170 [959 cyls]
T 0180 3380 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/work02.180 [885 cyls]
U 0190 3390 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/work03.190 [1112 cyls]
V 0191 3390 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/mvscat.191 [1113 cyls]
W 0240 3350 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/pub000.240 [555 cyls]
X 0248 3350 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/mvsd0b.248 [560 cyls]
Y 0280 3380 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/pub002.280 [1778 cyls]
Z 0149 3350 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/smp001.149 [560 cyls]
. 014A 3350 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/smp002.14a [560 cyls]
. 0148 3350 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/smp003.14b [560 cyls]
. 014C 3350 DASD /home/armin/mvs38j/dasd/smp004.14c [560 cyls]
. 0010 3270 DSP
. 00C0 3270 DSP
. 00C1 3270 DSP
. 00C2 3270 DSP
CPU
00 STOPPED
0:bach 13:37 05 Dec 1971

```

Abbildung: MVS/370 in Hercules in Ubuntu 15.10

The Mythical Man-Month



- Brooks wechselt 1964 University of North Carolina at Chapel Hill⁽¹⁾
- Gründet dort Lehrstuhl für Informatik (20 Jahre Leitung)
- „Analyse der Erfahrungen aus OS/360“⁽²¹⁾ als Essays
- 1975: Veröffentlichung als Zusammenfassung
- Auch nach 40 Jahren noch zu großen Teilen gültig
- Allgemein sehr positiv aufgenommen

⁽¹⁾https://www.cs.unc.edu/~brooks/FPB_BIO.CV.04.2007.pdf

⁽²¹⁾F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Vorwort



Überblick

- Administrative und technische Lehren⁽²¹⁾
- Warum Programmieren so schwer? (Wie) lässt sich das lösen?
- Vielerlei, teils harte Kritik an OS/360
- Vielfach zitierte Weisheiten

⁽²¹⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Vorwort



Warum macht Programmieren (keinen) Spaß⁽²²⁾

- Schöpfungsgedanke
- Wertschätzung durch Nutzung
- Gestaltung komplexer Objekte
- Freude am Lernen
- Schaffen aus dem Nichts
- Erzeugnis ist „wirklich“
- Zwang zur Fehlerfreiheit
- Ziel/Ressourcen nicht unter eigener Kontrolle
- Abhängigkeit von externen Programmen
- Suche nach Fehlern
- Projekte werden schnell obsolet
- Messung an neuen Konzepte/Ideen
- Unrealistische Konzepte

⁽²²⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 1 - Der Teersumpf



Warum scheitern Software-Projekte

- Programmiersystem kostet etwa 9 mal so viel wie ein Programm⁽²²⁾
- Zeitnot und fehlerhafte Zeitplanung⁽²³⁾⁽²⁹⁾
 - Falscher Optimismus
 - Gleichsetzung: Arbeitszeit - Arbeitskräfte
 - Zu wenig Zeit für Tests (bedingt durch Optimismus)
 - Falsche und zu späte Reaktion auf Verzögerung⁽³⁵⁾
„Der Einsatz zusätzlicher Arbeitskräfte bei bereits verzögerten Software-Projekten verzögert sie noch mehr“⁽²³⁾

⁽²²⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 1 - Der Teersumpf

⁽²³⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 2 - Der Mythos Mann-Monat

⁽²⁹⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 8 - Die Praxis als Herausforderung

⁽³⁵⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 14 - Die Katastrophe wird ausgebrütet



Warum scheitern Software-Projekte

- Zu große Entwicklerteams⁽²⁴⁾
- Fehlen eines geschlossenen Konzepts/Designs, besonders bei wechselnder Leitung⁽²⁵⁾
- Fehlen eines Pilotprojekts⁽³²⁾
- „Das Problem des zweiten Systems“⁽²⁶⁾

⁽²⁴⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 3 - Das Ärzteteam

⁽²⁵⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 4 - Aristokratie, Demokratie und Systementwicklung

⁽³²⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 11 - Das Pilotprojekt für den Abfalleimer

⁽²⁶⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 5 - Das zweite System



Warum scheiterten Software-Projekte

- Probleme der Informationsweitergabe an alle Mitarbeiter⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾
- Kein bestehendes Tooling für Management⁽²⁹⁾⁽³¹⁾
- Probleme wegen Programmgröße⁽³⁰⁾
- Keine Hochsprachen, schlechtes Tooling⁽³³⁾⁽³⁴⁾
- Keine Dokumentation im Quellcode⁽³⁶⁾

⁽²⁷⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 6 - Die Wortstafette

⁽²⁸⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 7 - Wieso fiel der Turm zu Babel?

⁽²⁹⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 8 - Die Praxis als Herausforderung

⁽³¹⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 10 - Die Dokumenten-Hypothese

⁽³⁰⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 9 - Zwei Zentner in einem Ein-Zentner-Sack

⁽³³⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 12 - Gutes Werkzeug

⁽³⁴⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 13 - Das Ganze und seine Teile

⁽³⁶⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 15 - Das andere Gesicht



No Silver Bullet⁽³⁷⁾

1986 auf Konferenz veröffentlicht und später in Neuauflage abgedruckt

- Warum wächst die Hardware-Entwicklung so schnell und die Software-Entwicklung so langsam?
- Warum ist Software-Entwicklung so viel komplexer?
- Kann man Software-Entwicklung beschleunigen und wenn ja, wie?
- Voraussage, dass keine einzelne Änderung in 10 Jahren eine Verbesserung um den Faktor 10 bringen wird
- Sehr kontrovers diskutiert, Vorwurf des Pessimismus⁽³⁸⁾

⁽³⁷⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 16 - Silberkugeln sind leider aus

⁽³⁸⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 16 - Keine Silberkugeln Nachschuss



No Silver Bullet - vorgeschlagene Lösungsmöglichkeiten⁽³⁷⁾

- Kaufen statt Programmieren
- Rapid Prototyping
- Iterative Entwicklungsverfahren
- Ausbilden „herausragender Designer“

⁽³⁷⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 16 - Silberkugeln sind leider aus



No Silver Bullet - keine Lösungsmöglichkeiten⁽³⁷⁾

Keine Lösung:

- Hochsprachen
- Multitasking

Unwahrscheinliche Lösungen:

- Programmierkonzepte von Ada
- Objektorientierte Programmierung
- Künstliche Intelligenz

⁽³⁷⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 16 - Silberkugeln sind leider aus



Rückblick nach 20 Jahren⁽³⁹⁾

- Erklärungsversuch, warum das Buch immer noch gelesen wird
 - Zentrale Themen sind immer noch relevant
 - Buchthema ist zum Teil „Menschen in Teamarbeit“
- Grafischer Desktop als Beispiel für evolutionäres, geschlossenes Design
- Voraussage des Untergangs von WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointer)
- Bestätigung seiner Thesen durch *Boehm*, *DeMarco* und *E.F. Schumacher*
- Selbstreflexion:
 - Kapselung ist besser als gläserner Entwickler
 - Überraschung durch PC-Revolution

⁽³⁹⁾ F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003), Kapitel 19 - Vom Mythos des Mann-Monats nach 20 Jahren



Fazit



Fazit

- Prägte den Begriff „Software-Architekt“⁽¹⁾
- Schaffung des Mainframes
- Schaffung der Grundlage für heutige Computer
- Zahlreiche Ehrungen und Auszeichnungen für seine Leistungen
- Arbeitet immer noch in der Forschung zu Software-Architektur⁽⁴⁰⁾

⁽¹⁾https://www.cs.unc.edu/~brooks/FPB_BIO.CV.04.2007.pdf

⁽⁴⁰⁾ F.P. Brooks, Erfolgreiches Design (mitp, 2011), Vorwort



Quellen:

- F.P. Brooks, Vom Mythos des Mann-Monats (mitp, 2003)
- F.P. Brooks, Erfolgreiches Design (mitp, 2011)
- F.P. Brooks, Vortrag: The IBM Operating System/360, Berlin 2001
- Brooks Mealy Witt Clark, The functional structure of OS/360, IBM Systems Journal
- https://www.cs.unc.edu/~brooks/FPB_BIO.CV.04.2007.pdf
- http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/mainframe/mainframe_PP7030.html
- http://www-03.ibm.com/systems/z/hardware/z13_specs.html
- <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/45808.wss>
- http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/zosbasics/com.ibm.zos.zmainframe/zconc_compatible.htm
- http://www.brouhaha.com/~eric/retrocomputing/ibm/stretch/early_history_of_harvest.html
- <http://www.ccianet.org/2008/07/ibm-with-another-mainframe-antitrust-complaint-in-europe>
- <http://www.cnet.com/news/ibm-sells-pc-group-to-lenovo>
- M.W. McMurran, ACHIEVING ACCURACY: A Legacy of Computers and Missiles, 98-100
- P.E. Ceruzzi, A History of Modern Computing, 144, 151f
- <http://www.multicians.org/history.html>
- <https://www.bell-labs.com/usr/dmr/www/hist.html>

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

