

ESER

ECDBM



Zur **Prototyp-Orientierung** bei der Entwicklung der ESER- Betriebssysteme (OC-EC) in Kooperation zwischen dem NIZEWT*) (UdSSR) und Robotron (DDR) -ein historischer und technologischer Rückblick

*) NIZEWT ist das **ESER- Leitinstitut** im Rahmen des **MRK- Abkommens**, **ESER-** Leitentwickler der UdSSR

gekürzte Darstellung der wichtigsten „prototyp- relevanten“ Aussagen eines Vortrages auf der 3. IDDR der TU Dresden
(5/2008)

zum Wirtschaftsfaktor ESER- EDVA

- ESER- EDVA waren das **wichtigste Spezialisierungsobjekt** der DDR- Rechnerindustrie
- **5 Mainframe- Modelle** in den Architektur-Niveaus ESER-Reihe I bis Reihe III ;
- Produktion : ca. **1590 Stck. ESER-EDVA**, d.h. 10% des Gesamtaufkommens der MRK- Staaten (+ MAMO +NEWA)
- insgesamt OC EC ca. **6.000** Mannjahre Leistungen und ca. **6 Mio. LOC ("Lines of code")**, davon **Robotron = 50%**
- **totale** wechselseitige Abhängigkeit Hardware/ Software:
ohne Betriebssystem-Entwicklung keine Hardware-Kompatibilität und ohne Kompatibilität **kein Export**.
- **Einheit** der Arbeiten an Zentraleinheiten und Betriebssystemen sicherte den DDR- EDVA ihre **profitable wirtschaftliche Position** (Margen: 200%-400%)

Rückblicke zum historisch- strategischen Umfeld

- **DDR - 1957** : Konzentration der Kräfte – Gründung „ELREMA“
- **DDR** : nach System „Robotron 300“ (analog **IBM/1400**) wurde intensiv am Konzept „Robotron 400“ (analog **IBM/360**) gearbeitet
- Amtszeit Ulbrichts gab **starke Impulse** für IT/ DV- Investitionen und IT/ DV- Basistechnologien.
 - u.a. **PB- und MR – Beschluss vom 23.06.1964 / 03.07.64**: "Programm von Maßnahmen zur Entwicklung, Einführung und Durchsetzung der maschinellen Datenverarbeitung in der DDR in den Jahren **1964 bis 1970**"
- **UdSSR- Status** : mehrere bedeutende Architektur- Schulen und Institute arbeiten in höchst uneffektivem + inkompatiblen Parallelismus
 - Plankommission, **AdW** und Ministerien : **intensive Suche** nach **Vereinheitlichung** der DV-Architektur und Betriebssoftware
- **1968: UdSSR- Regierung** entscheidet für **IBM/360** als ESER-Vorbildsystem („аналог“= „Analog“ oder „Prototyp“)
- **MRK- Abkommen** (12/1968) sammelte die Kräfte der IT- Branche der europäischen sozialistischen Länder.
- Eine Rechner- Architektur ist „**nicht patentierbar**“

Rückblicke historisch- strategisches Umfeld (2)

- **EC 1040** war anfangs das leistungsfähigste Serien- Modell (1974-ca. 1975);
- **UdSSR** – Anlauf der stabilen Serienproduktion mehrerer Modelle
- **ESER** erlebte in im Verlaufe eines **Jahrzehnt** (/360 , /370) seine RGW-
„**Blütezeit**“.
- **Die geschaffenen Technologieplattformen** waren bis Mitte der 80-ger Jahre für ESER-ZE zunächst **ausreichend**
 - Technologieniveau niedrig (SSI, MSI–Schaltkreise, Takt mit HS-Zyklus 1,35 μ s)
 - technologischer Abstand zum Prototyp - nur wenige Jahre.
- **1984/85**: massive ökonomische Entwicklungs-Schwierigkeiten in der UdSSR und der DDR:
 - Auswirkungen verfehlter Wirtschafts- und Sozialpolitik und der enormen Belastungen aus dem Wettrüsten!
- Gewicht der **ESER- EDVA** im Handel UdSSR-DDR blieb auch **ab 1985** als einzige DDR- Exportlinie bei Rechnern auf **hohem Niveau** :
 - nachhaltige „ESER- Systempolitik“, DDR- Qualität,
 - Beharrungsvermögen des "UdSSR-Hochsee-Liners ESER- EDVA“

Zur „Zeitachse“

Zeitraum der ESER- Kooperation und Epochen der Staatsmacht

Investitionsklima für IT + ESER-Datenverarbeitung / DDR

Zweiseitige wissenschaftlich-technische Kooperation
- UdSSR- DDR
- (IT- Technik)

- A) 12/68: Start mehrseitiges Regierungs-Abkommen Rechentechnik
- B) 1974-1980 Serienproduktion EC1040 (380 Stck.)
- C) 1983-1986 Serienproduktion EC 1055M (660 Stck)
- D) 1989-1990 Serienproduktion EC 1057M (121 Stck), PC EC 1834



MRK- Abkommen

A

B

C

D

Amtszeit W. Ulbricht
1950-1971

Amtszeit E Honecker : 1971 -18.10.1989



Amtszeit N. Chruschtschows
1957-64

Amtszeit L. Breshnews

Amtszeit M. Gorbatschows (1985-91)

1964

1965

1968

1974

1985

1991

Start MRK

OC- EC: ein außerordentliches Software-Projekt

2.1. Zur ESER- Architektur und dem Betriebssystemkonzept

- **IBM/360 - Architektur** war zum Start- Zeitpunkt der **ESER- Arbeiten 1968** eine höchst innovative und am Markt etablierte „**360 Grad**“- **Universal-Konzeption**- ein **ideales** System-Design für die geplante „REIHE“.
 - leistungsfähige **Speicherverwaltung** in **mehreren Hierarchie- Ebenen**;
„Großer“ Adressraum , anfangs begrenzt auf 24 Bit (16 M Byte)
 - umfangreiche neue Möglichkeiten der E/A – und Peripherie-Subsysteme
Systemorganisation
 - moderne Logikstruktur für leistungsfähige **Speicherschutz- Mechanismen**,
geschützte Supervisor- Programm- Verwaltung, **Interruptsystem** u.a.,
- Die **echte Auf- und Abwärtskompatibilität** der Maschinensprache (auf **Bit-Niveau**), durchgängig für eine Familie von **6 Modellen** und einer Performance-Spanne **Faktor 50(!)** war das **ideale Konzept** für den Prototyp des **UdSSR-internen Projektes « Ряд »** („REIHE“) und nachfolgend für das **ESER**.
- **CISC- Rechner** (Complex Instruction Set Computer) - **typisch** für die 80-ger Jahre: **komplexe Maschinenbefehle** benötigen hohen Logik- und Technikaufwand.
- starke technische **Modularität** mit Parallelabläufen (zwingend für hohe Performance)

G. Amdahls Architektur- Grundsätze

G. M. Amdahl
G. A. Blaauw
F. P. Brooks, Jr.

Architecture of the IBM System/360

Die Geburtsstunde des Begriffes „Rechnerarchitektur“

Abstract: The architecture* of the newly announced IBM System/360 features four innovations:

1. An approach to storage which permits and exploits very large capacities, hierarchies of speeds, read-only storage for microprogram control, flexible storage protection, and simple program relocation.
2. An input/output system offering new degrees of concurrent operation, compatible channel operation, data rates approaching 5,000,000 characters/second, integrated design of hardware and software, a new low-cost, multiple-channel package sharing main-frame hardware, new provisions for device status information, and a standard channel interface between central processing unit and input/output devices.
3. A truly general-purpose machine organization offering new supervisory facilities, powerful logical processing operations, and a wide variety of data formats.
4. Strict upward and downward machine-language compatibility over a line of six models having a performance range factor of 50.

This paper discusses in detail the objectives of the design and the rationale for the main features of the architecture. Emphasis is given to the problems raised by the need for compatibility among central processing units of various size and by the conflicting demands of commercial, scientific, real-time, and logical information processing. A tabular summary of the architecture is shown in the Appendices.

Hauptaspekte der Zusammenarbeit bei Betriebssystemen

Grundsatz der gesamten ESER- Arbeiten,

„**Prototyp**“- nahe **System**entwicklung in **Einheit** von Hard- und Software (Vorteil der Arbeit im „Hause E2“).

❖ Die technisch - technologische Herausforderung war zunächst die Implementierung der Operations- Prinzipien der IBM/360 bzw. /370 Architektur durch einen **eigenen Logikentwurf (*)** +

❖ Technische Realisierung mit RGW- Schaltkreisen/ Material sowie Konstruktion gemäß dem **UdSSR- Standard** GOST 25122-82 „Basiskonstruktionen der TM des ESER“ und anderer **Richtlinien (*)**

❖ **Ziel der Betriebssystem- Arbeiten** war die Entwicklung **vertriebsgerechter** ESER- Betriebssysteme gemäß dem gültigen Software-**Urheberrecht**

❖ ESER- Betriebssysteme mussten **100% kompatibel** zum „Prototyp“- System sein (Testaufwand !!)

❖ **Lizenzverträge** UdSSR/DDR zu je 50% Anteil auf **kommerzieller** Basis **bei territorialer Trennung** der Teams

❖ Betriebssystemen- Arbeiten erfolgten ohne Kosten- Verrechnung mit der UdSSR

(*) hier unterscheidet sich das ESER **prinzipiell** vom SKR und späteren 32- Bit – Entwicklungen der DDR (s.u.)

Einflussparameter auf Entwicklungsinhalte

SYSTEMPARAMETER für Dynamik der Entwicklung:

- die aktuellen Software- **Produkte des Vorbildes**, bezogen auf analoges Funktions- und Technikniveau
- die aktuellen **ESER- Operationsprinzipien** (Reihe I bis Reihe III) ,
- die **nationalen Interessen** der UdSSR und DDR, abgeleitet von den technischen Parametern ihrer Hauptmodelle und den Forderungen der Haupt-Anwender

und „Technik- Abhängigkeit “

- Hauptspeicherkapazität, speziell der DDR- und UdSSR- Modelle
- Plattenspeicher- Technologie (7,25 MByte/ Spindel -> 625 MByte/ Spindel)
- Terminal- Technik und DFV- Komplexe.

Internationale Einbindung:

- Durch zweiseitige Spezialistengruppen UdSSR/ DDR wurden **Systemkonzepte** für einzelne Betriebssystem-Etappen des ESER- (ESER I, ESER II, ESER III) erarbeitet
- der mehrseitige Spezialistenrat №1 / “Sektion“(Arbeitsgruppe OC- EC „Operationssysteme“) des RCK ESER beschloss Inhalt und Aufnahme in den internationalen „**Entwicklungsplan**“ (**ESER- Chiffre**)
- **Entwickler** der Operationssysteme : UdSSR /DDR (DOS 3- CSSR/UVR)

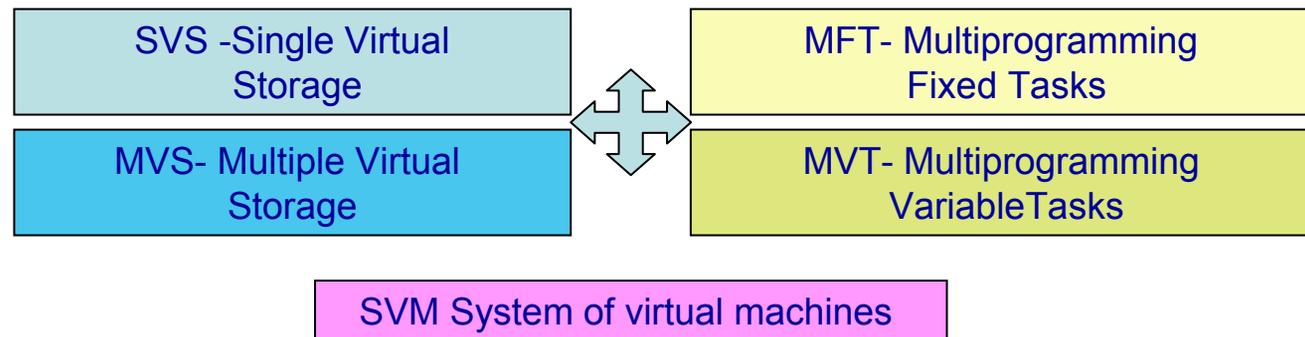
Entwicklungs- Felder der Betriebssysteme :

Basis: universelle Eigenschaften der Logikstruktur

- leistungsfähige hardware- basierte Schutzmechanismen und Sicherheits-Features,
- indizierte Adressierung mit virtueller Adressverwaltung zwischen logischer und physischer Adresse u.a.
- ausgebautes Interruptsystem

ermöglichten die anwendungsgerechte **Entwicklung** der

- Betriebsmodi (SVS , MVS, MFT, MVT)
- der Programmfunktionalität (Datensicherheit...) ,
- Nutzung moderner Speicherhierarchien ,
- Fernverarbeitungs- und Dialogsystemen,
- Mehrprozessorkomplexen
- SVM u.a.

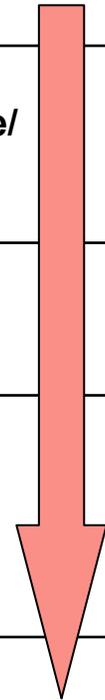


Das Konzept der virtuellen Maschine (SVM).

- in den 80-er Jahren erlangte das **Konzept der virtuellen Maschine (SVM)** auch im ESER eine besondere Bedeutung (Virtualisierung der ganzen EDVA)
- Einrichtung und Verwaltung von mehreren virtuellen Maschinen und die parallele und **völlig unabhängige** Arbeit mehrerer Nutzer auf einer Anlage – hohe **Informations-Sicherheit**.
- ab OC 7 /EC (1983) war eine gewisse **Trennung der Produktpolitik** zwischen der UdSSR- Linie des OC 7 und den **DDR-Kunden-Versionen** nicht vermeidbar (bei exakter Beibehaltung der paritätischen Arbeitsteilung)
- in der UdSSR- DDR- Kooperation wurden **mehrere** SVM- bezogene Teilsysteme bearbeitet, die Systeme **BPS** und **SVM 3** (im SVS 7.1./EC und SVS 7.2./EC); das sowjetische „Basisbetriebssystem“ BPS lief ausschließlich unter einer virtuellen Maschine (Einsatz nur in der UdSSR)
- die **BPS-** basierte **Originalstruktur des OC 7.1. /EC** („**ohne ausländisches Vorbild**“) war Basissystem für Sonderbedarfskunden der UdSSR- Partner
- für **DDR- Anwender** wurden die **IBM- nahen** Konzepte OC 7.2./EC mit SVM3 mittels aktiver Kundenberatung durch Robotron- Publikationen favorisiert
- die SVM-Dominanz in der Systempolitik des NIZEWT bzw. der UdSSR war wichtiger Grund für die Ausstattung der **EC 1056** mit einem leistungsfähigen mikroprogrammresidenten Satz von **SVM- Makros** (>>Performance + 50%)

Einflussparameter für Dynamik der Entwicklung

Tabelle „Grobübersicht ESER-EDVA der DDR“			
Modell	Befehlszahl	HS-Ausbau	Haupt-Betriebssysteme
EC 1040 1974-1980	143 Befehle (ESER I)	1 MByte (256KByte pro Schrank)	DOS EC ; OC- EC/MFT, OC- EC/MVT
EC 1055 1979-1984	173 Befehle (ESER II) + 2 Emulationsbefehle 37 MaMo- Befehle	2 MByte (1MByte/ Schrank)	OC-6.1. (SVS) /EC
EC 1055M 1983-1986	182 Befehle (ESER II-erweitert) (+ 37 MaMo- Befehle)	4 MByte (max.2 Schränke)	OC-6.1.(SVS) /EC SVM /EC
EC 1056 1985-1989	182 Befehle (ESER II-erweitert) + interne SVM Mikroprogramm- Makros	4 MByte (max. 1 Schrank)	OC- 7.1./EC mit SVS 7.1./EC, SVM 3.0./EC BPS 7.1./EC
EC 1057 auch als Doppel-Processor-Modell 1989-1990	203 Befehle (ESER III);	16 MByte (mit Coprozessor in max. 2 Schränken)	OC -7.2. EC mit SVS- 7.2./ EC, SVM- 3.5 /EC, BPS 7.2./EC MVS.2(SP)/EC (ab 1989)



10.11.20 + große Abhängigkeit von verfügbaren **Plattenspeicher-Subsystemen + Terminal-Subsystemen !**

Technologie der OC-EC - Kooperation

- Definition der Entwicklungsabschnitte basierte auf einer **ausführlichen Analyse** entsprechender IBM- Publikationen zur Strategie (4 Jahre – 8 Jahre zeitl. Versatz der eigenen Arbeiten) .
- Es wurden auch IBM **Original- Produkte** analysiert : Basis waren Importe von Original- EDVA (z.B. das Kombinat Datenverarbeitung)
- Maschinenzeit für Testarbeiten für ESER- Betriebssysteme stand auf Original- Import- EDVA zur Verfügung
- Aufgabe (s.o.) war die Entwicklung **vertriebsfähiger** (s.u.) ESER- **Betriebssysteme** gemäß dem **gültigen** Software- Urheberrecht
- Das jährliche vertragliche Volumen betrug im Höhepunkt der Arbeiten ca. **600 Mannjahre**, jede Seite erbrachte strikt **50%** der Leistung (gemittelt über einen bestimmten Zeitraum) und übergab diese dem Lizenz- Partner
- beide Seiten wurden Eigentümer des **Gesamtsystems** (BS wurden durch nationalen Systemdienst installiert)

Technologie der OC-EC – Kooperation (2)

Am Start jeder Etappe wurde die **Entwicklungstechnologie** definiert:

Haupt-Elemente:

- Zusammenstellung des Ausgangssystems (aus Prototyp-Teilen)
- Gewinnung des Quellcodes des Ausgangssystems (*)
 - Quellmaterial waren kundenkonkret **kompilierte** Programmsysteme.
 - Zur Gewinnung des Quellcode erfolgte eine **dialogorientierte Re-Assemblierung**, deren Know-how DDR- Spezialisten der UdSSR- Seite übergaben

„Ohne Existenz dieser „Schlüssel“- Technologie am Start der Zusammenarbeit würde das ESER wahrscheinlich so nicht bestehen..“

Zitat GK V.W. Prschijalkowski

- Definition aller Moduln und ihrer Schnittstellen (Makronamen, Aufrufe, andere Software- Connectoren) 
- Definition der Grundsätze der **Anpassung der Moduln** an die ESER-Forderungen (s.u.)
- Methodik der zweiseitigen Zusammenstellung von Zwischenständen und Integrationstests 
- Methodik der Fehlerbehandlung und des Entwicklungsabschlusses des Vertragsteiles
- Fehlerdienst und Nachbetreuung

(*) zum MVS bestanden erstmals andere Möglichkeiten

OC-EC als vertriebsfähiges ESER- Produkt

Ein **vertriebsfähiges** ESER- Produktes implizierte die **Sicherheit des Entwicklers + Lieferanten**, dem Anwender **vertretbar zusichern** zu können, dass:

- **eine kurze Reaktionsfähigkeit** zur Bearbeitung von Funktionsabweichungen, Fehlern und Umgehungslösungen **gesichert** ist, d.h. dass der Lieferant (Entwickler) alle Programm- Elemente in **einem Grad logisch-technologisch beherrscht**, der einer **kompletten Eigenentwicklung** adäquat ist (!)
- das ESER- Betriebssystem kompatibel zu /360 bzw. /370 ist. Es musste daher zunächst **auf Prototyp- EDVA getestet** und Abweichungen korrigiert werden. (Funktionsabweichungen derart getesteter Systeme auf einer ESER- EDVA zeigten mit höchster Wahrscheinlichkeit dann auf Logikfehler dieser ESER- EDVA, dh. ZE oder Sub-Systeme)
- jeweils beide Entwickler- Seiten für das **Gesamtsystem** befähigt sind, durch den Systemdienst des EDVA- Lieferanten technologisch jede Funktionsabweichung zu erfassen und einer Bearbeitung zuzuführen : „VO SojusEVM Komplex“ der UdSSR hatte nur Kontakte zu NIZEWT, „Robotron – Systemdienst“ nur zu „E2“
- kein **„unklarer Code“ (Fremdcode) und** keine spezifischen IBM- Kennzeichnungen im **ausgelieferten** System

k

Äquivalente von ESER- zu IBM Produkten

Zur Frage des **Verhältnisses im Leistungsgegenstand** der ESER- Software-Entwickler zwischen „nach“-gedachten Inhalten und **Eigenleistungen**:

➤ In einem *heute typischen Software- Projekt- Ablauf* sind i.d.R. die folgenden Stufen inclusive *ihrer Iterationen* zu durchlaufen

Grob-Analyse	Aufgaben-Stellung	System-Konzept/ Grobentwurf	Fein-Entwurf	Entwicklung d. Programm-Code	Test / Modul-Integration	Entwicklungs-Abschluss / Auslieferung	Nach-Betreuung
--------------	-------------------	--------------------------------	--------------	---------------------------------	-----------------------------	--	----------------

➤ gemäß fixierter Entwicklungstechnologie erfolgte innerhalb der ESER-Kooperation zunächst eine **intensive Einarbeitung** in das Ausgangssystem

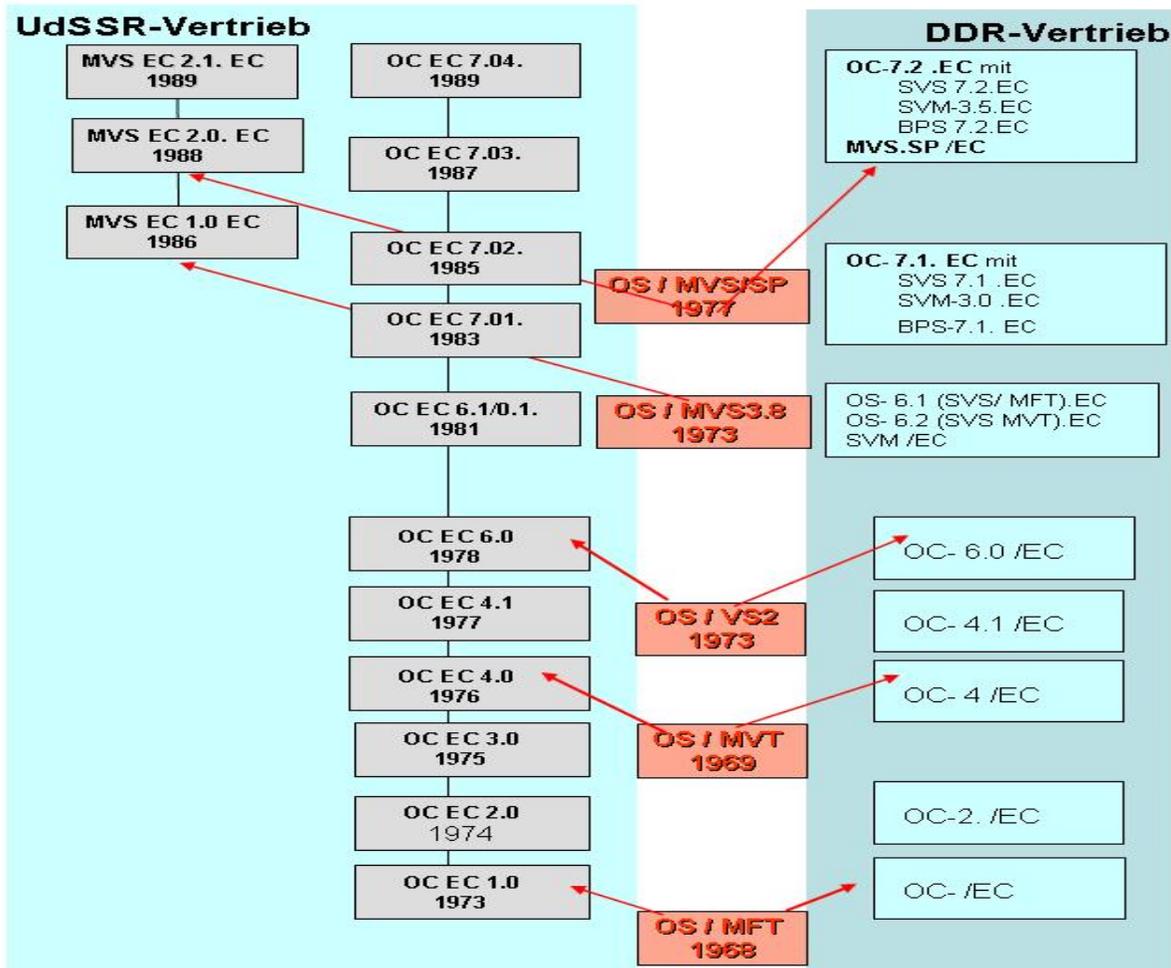
➤ ca. ab Stufe „**Feinentwurf**“ (Prototyp-Quellcode) wurden alle Programmier- und Dokumentationsarbeiten weitgehend **eigenständig und mit hohem Aufwand** erbracht, wie

- Anpassung an das E/A- Gerätespektrum des ESER , um teilw. deutliche Funktions- Abweichungen der E/A-Technik auszuschließen
- Anpassung der Programmlogik bei Erhalt der Makro- Namen, Calls usw (d.h. „Schnittstellen“ behielten Original-Namen);
- Analyse und Änderung von Befehlsfolgen, definierter **eigener Code-Anteil** nach fixierten Kriterien
- ESER- Kommentare, Erarbeitung von Dokumentation u.a.

– ➤ Nutzung eigener ESER- EDVA und eigener technologischer Software für Tests u.a.

➤ **Abweichungen** von dieser Technologie erfolgten ab ca. 1987 bei **MVS- Arbeiten**

Grafik- Übersicht der Prototyp- Bezüge



Grobübersicht ESER-OS und Prototyp- Bezüge (ohne SVM EC)

Aspekte des zweiseitigen Projektmanagement

- Die Arbeiten wurden durch ein **paritätisch besetztes Projektboard** („Entwicklungsleiter“) mit 3-4 Meetings im Jahr geführt. Für einzelne Themengebiete bestanden **Teilprojekte** mit Teilprojektleitungen.
- **Teilprojektleiter** waren i.d.R. jeweils die Leiter ganzer Bereiche, Abteilungen oder Gruppen. Sie berichteten im Vertragsrahmen an das **Projektboard**.
- Das **Projektmanagement** nutzte Planungs- und Führungssysteme (Projektplanung u.a.), die auch heute noch üblichen Verfahren **sehr ähnlich** waren
- Die Arbeiten erforderten hohen Aufwand zur (teilweise vertraglich fixierten) **Einarbeitung in die Prototyp-Produkte** plus hohen Aufwand zur Anpassung an eigene Gerätekomplexe (vollständige inhaltliche Beherrschung des Produktes)
- Infolge der heute primitiv zu nennenden **Kommunikations- und technischen Bedingungen** (z.B. kaum Telefonate, „Textverarbeitung“ mit EDVA u.a.) des Zusammenwirkens über Grenzen war **die Planung und Leitung des Projektes (V.: Leonid Raikow/ Walter Münch) eine anspruchsvolle Leistung**.
- Die Konstruktion des Vertrages **als Lizenzvertrag** hatte auf beiden Seiten (!) eine hohe **materiell motivierenden** Wirkung. Bei E2 standen **hohe Lizenzprämien** für das Team und in anteiligem Umfang der Leitung des FG zur Verfügung
- Vertrags- Abschlüsse oder Grundsatzfragen zum Vertrag wurden auf Ebene der Direktoren der Betriebe (NIZEWT/ Robotron-E2) geregelt
- Über die **Gesamtdauer** der Vertrags- Arbeiten (ca. 15 intensive Jahre) kam es zu **keinen** Vertragsstreitigkeiten wegen Nichterfüllung

Aspekte des Arbeitsklimas UdSSR –DDR

- Für die große Mehrzahl der DDR- Mitarbeiter war die Arbeit inhaltlich **sehr anspruchsvoll** und durch Nutzung modernster Technik interessant. Es war **stark motivierend**, im Team der OC EC- Entwicklung zu arbeiten
- Während der jahrelangen fruchtbaren Kooperation entstanden **viele persönliche Kontakte** zwischen den involvierten Mitarbeitern. Es gab nicht wenige **persönliche Freundschaften**
- **kameradschaftliches Miteinander** auf allen Ebenen und gegenseitige Unterstützung waren die Regel,
- die verbreitete **Sprach-Barriere** war im privaten Umgang keine wirkliche Hürde, wohl aber für dienstliche Gespräche.
- Trotz bestimmter **Regelungen der Sicherheitsdoktrin** der UdSSR entstanden zu keiner Zeit personelle Spannungen, „persönlich“ und „dienstlich“ waren „zwei paar Stiefel“. Auch das Personal der UdSSR- Seite wechselte kaum, die Sicherheitsdoktrin der UdSSR war der Zusammenarbeit angepasst.
- Spannungen innerhalb des **Projektboards** -auch persönlicher Art- begannen mit den Diskussionen zum Platz des **BPS im OC 7 /EC** und der teilweisen Trennung der Produktpolitik ab ca. 1985.
- Der CK der DDR / der Leiter von E2 konnte durch persönliche Kontakte zu den UdSSR Software- Chefs oftmals „regelnd unterstützen“
- die Rolle spezieller Betriebssystem- Konfigurationen der UdSSR für „**Sonderbedarfsträger**“ blieb in den Fach- Diskussionen **offiziell bis 1990(!) unausgesprochen** Zum Umfang dieser Arbeiten siehe z.B. Artikel www.eser-ddr.de/...NIZEWT2003_de_3.htm

Wertung der ESER- Prototyp- Politik

- die **Prototyp-Orientierung** **ermöglichte** erst die praktizierte Form der ESER- Arbeitsteilung.
- die IBM /360 /370 – Basis war als internationale Autorität **unabdingbar** in der Konfrontation verschiedener „eigener Schulen“ und Konzepte
- die Prototyp- Basis erhöhte die **Sicherheit von Systementscheidungen und logischen Teillösungen** **außerordentlich** und senkte den Konzeptions- und Entwicklungsaufwand **stark**.
- ein **hoher Teil des Gesamtumfanges** der Softwareentwicklung war vergleichbar mit dem Aufwand einer **Eigenentwicklung**
- der für eine technologisch stabile Entwicklung der Produktlinie **erforderliche** Grad der **unbedingten logischen Beherrschung** aller Programm-Elemente (incl. Bearbeitung von Funktionsabweichungen, Fehlern und Umgehungslösungen) erforderte hohen Personal- Aufwand,
- die großen Teams von ESER- Entwicklern im KR (E2, E4) und im NIZEWT beherrschten die Produkte gut und erzielten „**Vertriebsqualität**“
- die Volkswirtschaft der Länder profitierte **vorrangig** aus der vielfältigen Nutzbarkeit von **Anwendungslösungen** für IBM/ 360 /370 (und SIEMENS).
- **ESER-Technologie** und **know- how** waren bei Wegfall von Prototyp- Basismateriel potentiell zur sofortigen **eigenständigen** Weiterführung der Arbeiten geeignet (**potentielle Unabhängigkeit**)

Impressionen



Verleihung des Ordens „Banner der Arbeit“ Stufe I an das Kollektiv der Betriebssystementwicklung des Zentrums für Forschung und Technik zum 30. Jahrestag der DDR

Impressionen



Eine Partei- und Regierungsdelegation unter Leitung des Vorsitzenden des Ministerrates der UdSSR, Genossen Kossygin, besichtigt die „EC 1055“ auf der Rechentechnikausstellung 1979 in Moskau