

## **Das Fachgebiet Geräte Karl-Marx-Stadt (vormals ELREMA) – Zentrum der System-Strategie und der Entwicklungsarbeiten der ESER- Rechentechnik der DDR**

---

erweiterte Fassung

Im Herzen von Chemnitz unmittelbar an der Zentralhaltestelle steht seit 1969 ein repräsentatives Bürogebäude mit ehemals ca. 1.200 Arbeitsplätzen, an seiner Front leuchtete bis 1990 das Robotron- Logo. Das Arbeitsleben vieler Chemnitzer ist eng mit mehreren Etappen der Geschichte der Rechentechnik verbunden; und Fachleute und viele Einwohner wissen, dass sich von 1957 bis 1990 in der Stadt auch ein leistungsfähiger wissenschaftlicher Entwicklungsbetrieb – der „VEB Elektronische Rechenmaschinen Karl-Marx-Stadt“ – befand. Dieser Betrieb wurde später als „Fachgebiet Geräte“ wesentlicher Teil des Zentrum für Forschung und Technik des Kombines Robotron und ab Anfang 1990 Hauptteil des Wissenschaftlich-Technischen Zentrums des „VEB Buchungsmaschinenwerk Karl-Marx-Stadt“; er hatte jedoch während seiner gesamten Geschichte stets eine komplette leistungsfähige Betriebsstruktur, es gab ein schöpferisches und gutes Betriebsklima und reges betriebliches Leben.

Die Entwicklungseinrichtung mit ca. 1.400 Systemarchitekten, Ingenieuren, Programmierern, Konstrukteuren und weiteren Berufsgruppen war das Zentrum der System-Strategie und der Entwicklungsarbeiten der Rechentechnik der DDR im Einheitssystem der Elektronischen Rechentechnik (ESER). Die Arbeitsergebnisse hatten große Bedeutung für die Schaffung der DDR-Rechentechnik und Datenverarbeitung, besonders der Hardware der Zentraleinheiten und der ESER- Betriebssysteme.

Das Fachgebiet Geräte Karl-Marx-Stadt entwickelte fünf Mainframe (Großrechner)-Baureihen in drei Architektur-Niveaus und schuf die Grundlagen für deren erfolgreiche Produktion. Bei Robotron wurden ca. 10 % aller Mainframes der sozialistischen Staaten produziert. Auch etwa 40 % aller Entwicklungsarbeiten für ESER- Betriebssysteme wurden im Fachgebiet geleistet. Der anlässlich der Ausstellung präsentierte ESER- Rechner EC 1057 sowie die beiden ersten Personalcomputer der DDR EC 1834 und EC 1835 stehen nicht nur als technische Zeitzeugen der letzten Phase einer mehr als zwanzigjährigen Arbeit, sie sind gleichsam Nachweis führender technisch-technologischer und systemtechnischer Kompetenz, wie sie vom „Fachgebiet Geräte“ vertreten wurde.

Das Arbeitsprofil des Fachgebietes Geräte hatte ein überdurchschnittliches wirtschaftliches Gewicht – sowohl für das Kombinat Robotron als auch für den gesamten Außenhandel der DDR. Die Anlage EC 1057 ist eine von insgesamt 176 produzierten ESER-III Anlagen, also von Mainframes der letzten DDR-Generation. Insgesamt wurden im Kombinat Robotron 1.587 ESER- Mainframes produziert und davon ca. 90 % exportiert. Bei ESER- Zentraleinheiten inklusive Betriebssystemen gelang Robotron dabei eine außerordentlich hohe Export-Rentabilität in die UdSSR, die in den ersten Jahren ca. 400 % (relativ zum DDR-Betriebspreis) betrug, sich jedoch bis 1989 auf ca. 200 % absenkte.<sup>1</sup> Noch 1988 unterstrich der Vorsitzende der Plankommission der DDR G. Schürer in zentralen Dokumenten das große Gewicht der EDVA Technik und deren Exportrentabilität für die DDR-Wirtschaft.<sup>2</sup>

In diesem Kontext hat dieser Beitrag das Ziel, einige historisch relevante Aspekte der Systemstrategie, der Entwicklungs-Methodik, deren Besonderheiten und Erfolgsfaktoren bei der Zusammenarbeit im ESER im Zusammenhang darzustellen.

## ZUM ZEITRAUM VOR 1970

Es würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen, die reiche Vorgeschichte der Forschungs- und Entwicklungs-Einrichtung „Fachgebiet Geräte Karl-Marx-Stadt“ (vormals ELREMA) und deren Bezug zur Region Chemnitz ausführlich darzustellen. Deshalb nur wenige Fakten.

Die beiden Chemnitzer Buchungsmaschinenwerke „Wanderer Continental“ und „Astra“ begründen – neben analogen Betrieben in Thüringen – bekanntlich bereits vor 1945 eine reiche deutsche Tradition bei mechanischen Buchungs- und Lochkartenmaschinen und anderer extrem aufwendiger mechanischer Bürotechnik. Die Werke standen nach 1945 und besonders ab 1949 in der DDR an vorderer Stelle der Industrieentwicklung und fertigten begehrte Export-Geräte. Obwohl mechanische Fakturierungstechnik in der Anwendung sehr einfach und extrem robust und daher im Export sehr gefragt war, war ihre Produktion sehr arbeits- und materialintensiv. Nach der Zusammenlegung von „Wanderer“ und „Astra“ wurden ab 1955 zunächst elektronische Zusatzeinrichtungen entwickelt, um durch Nutzung von Elektronik und Nachrichtentechnik deren Funktionalität und Leistung zu verbessern und neue Kunden zu gewinnen.

Im Mai 1957 erfolgte ein nächster wichtiger Schritt: Die Gründung des VEB Elektronische Rechenmaschinen (ELREMA), um gemäß den Worten von Minister Selbmann auf diesem Gebiet in der DDR verschiedene Rechentechnik-Initiativen zu bündeln und in industriell verwertbare Bahnen zu lenken.<sup>3</sup> Dem Betrieb ELREMA wurde deshalb eine Leit- und Systemfunktion übertragen – ein wichtiger Schritt auf seinem weiteren Wege und eine Herausforderung zugleich.

Die Schaffung einer leistungsfähigen und exportorientierten DDR-Wirtschaft um 1960 bedeutete zugleich steigende Anforderungen. 1961 bis 1962 wurden im Hause ELREMA entsprechend dieser Tendenzen zur Rationalisierung der Wirtschaft Studien mit dem Ziel erarbeitet, die Möglichkeiten der elektronischen Rechentechnik umfassender und effektiver als bisher für die Rationalisierung der Verwaltungsarbeit in Wirtschaftsunternehmen, Wissenschaft und Staat zu nutzen. Mit dem „Konzept R 300“ entstanden Vorstellungen, durch Kombination verschiedener neuer Geräte, wie Ferritkernspeicher, Magnetbandspeicher, Schnelldrucker, neue Lochkartengeräte und Trommelspeicher, eine Anlage zu schaffen, die im Verhältnis zu den herkömmlichen Lochkartenanlagen einen qualitativen Sprung bedeutete. Die Firma IBM oder Siemens hatten mit ihren Konzepten bereits eine neue Etappe der Datenverarbeitung eingeleitet, und es bestanden – besonders in Deutschland vielfältige Informationsmöglichkeiten.

Auf dem Gebiet der elektronischen Datenverarbeitung bündelte eine DDR-Regierungskommission verschiedenste Initiativen. Durch die DDR-Führung wurden nach umfangreichen Analysen zur Strukturpolitik der künftigen DDR-Wirtschaft neben anderen Beschlüssen dann im Juli 1964 das „Programm von Maßnahmen zur Entwicklung, Einführung und Durchsetzung der maschinellen Datenverarbeitung in der DDR in den Jahren 1964 bis 1970“

beschlossen und bedeutende Investitionen gestartet.<sup>4</sup> Neben anderen Dokumenten waren dafür die Konzepte von ELREMA eine fundierte Orientierung.

So wurde der VEB ELREMA Komplexverantwortlicher für die Entwicklung der Hardware und der Operationssysteme Elektronischer Datenverarbeitungs-Anlagen (EDVA) und verantwortete insbesondere den Systementwurf, die Entwicklung von Zentraleinheiten (Prozessoren) und der sehr umfangreichen Betriebssysteme (Operationssysteme). In diesem Beschluss wurden auch umfangreiche Festlegungen für die mit der Anwendung der Technik zu erreichenden Ziele und die Aufgaben der staatlichen Leitungen getroffen. Auch legte er Grundsätze für den wissenschaftlichen Vorlauf, den Aufbau eines Netzes von Rechenstationen und die Ausbildung und den Einsatz von Arbeitskräften und wissenschaftlichen Kadern fest. Die Entwicklung der ersten DDR-EDVA – das Projekt „Robotron 300“ (R 300) – stand in dieser Phase im Mittelpunkt der Arbeit bei ELREMA, orientiert am staatlich sanktionierten DV-Programm von 1964 und gerichtet auf eine systematische und konzentrierte Entwicklung der Rechentechnik. Ausdruck fand dies auch in den dazu beschäftigten 500 Mitarbeitern. *Zentrale Aufgabe bis 1970 war es, Datenverarbeitungsanlagen „Robotron 300“ zu produzieren und effektiv in Wissenschaft und Wirtschaft zu nutzen. Dazu wurden umfassende strukturpolitische Maßnahmen [...] festgelegt. Es entstand die Basis für eine leistungsfähige Computerindustrie, gemessen am Maßstab des sozialistischen Wirtschaftsgebietes [...].*<sup>5</sup>

Unter zentraler Regie der Regierung und besonders des Ministeriums für Elektrotechnik und Elektronik unter Leitung von Minister O. Steger waren an diesem umfangreichen DV-Programm zahlreiche Betriebe und Einrichtungen beteiligt:

- das Institut für Elektronik Dresden entwickelte Kernspeicher für EDVA und arbeitete u.a. auch an Plattenspeicher-Technik,
- das 1958 gegründete VEB Halbleiterwerk Frankfurt /Oder und andere Elektronik-Betriebe entwickelten und produzierten aktive und passive elektronische Bauelemente nach Anforderung der Bedarfsträger, darunter entsprechend den damaligen Spitzenanforderungen aus der R 300-Entwicklung,
- der VEB Kontaktbauelemente Gornsdorf wurde zu einem führenden Betrieb für Steckverbinder und Leiterplatten, dessen Produkte trugen jahrzehntelang hochgradig zu hoher Zuverlässigkeit der Rechner und deren führender Technologie bei,
- im VEB Keramische Werke Hermsdorf wurden Mikro-Ferritkerne, Speichermatrizen und Kernspeicherblöcke mit Spitzenparametern bis zu deren Ablösung durch Halbleiterspeicher gefertigt,
- im VEB Carl Zeiss Jena erfolgte die Entwicklung und Produktion von Magnetbandgeräten und Zeichengeräten,
- im VEB ORWO Wolfen wurde die Entwicklung und Produktion von Magnetbändern (später Magnetbandkassetten) durchgeführt,
- der VEB Büromaschinenwerke Sömmerda entwickelte und produzierte mechanische Serien- und Parallelprinter sowie Lochkartentechnik,
- der VEB RAFENA- Werke Radeberg wurde ab 1966 u. a. für die Produktion von Zentraleinheiten der Datenverarbeitungsanlagen und von Datenfernverarbeitungstechnik

- inklusive der gesamten Endprüfungs-Technologie – vorbereitet; das Werk war ein Hauptpartner für die R300-Überleitung,
- dem VEB Bürotechnik Berlin und weiteren Betrieben oblagen die Komplettierung der Computersysteme mit Software, Service-Leistungen, Ersatzteilversorgung, Schulungsleistungen und die Beratung zu Anwenderprojekten.

Das Umfeld des EDVA- Programms fällt zusammen mit dem Jahrzehnt des stärksten Wirtschaftswachstums der DDR (1961 – 1970), ihrer Strukturpolitik mit Investitionsschwerpunkten in Industrie und Wissenschaft. DDR-Anwender erhielten bis 1970 ca. 350 Systeme ROBOTRON 300, deren Zentraleinheit und wichtige Baugruppen und Geräte bei ELREMA entwickelt worden waren. Der übertragene Aufgabenkomplex zur Definition einer EDV-Systemstrategie und die Technologie und Praxis der Entwicklung und Fertigungsüberleitung eines komplexen Datenverarbeitungs-Systems waren damit erfolgreich bewältigt, das Team von ELREMA hatte sich als Entwicklungs- und Technologiezentrum für Elektronische Datenverarbeitungs-Anlagen (EDVA) in der DDR etabliert.

#### PHASE DER INTERNATIONALEN KOOPERATION – START IM ESER

Die EDVA ROBOTRON 300 war ein volltransistorisierter Rechner der zweiten Generation nach IBM/1400 Architektur, er nutzte Elektronikbaugruppen mit Einzeltransistoren. Der nächste komplexe technologische Schritt – Schaffung einer EDVA mit deutlich höherer Rechenleistung bei geringerem Material-, Energie- und Fertigungsaufwand, mit neuer Bauelementebasis und neuer Architektur – musste nun forciert werden. Zunächst entstand das EDV-System ROBOTRON R 21, bereits mit IBM/360-Architektur. Da zu Arbeitsbeginn der Einsatz von bipolaren integrierten Schaltkreisen auch international noch am Anfang stand, wurden zunächst elektronische Hybridbauelemente des Kombinates Keramische Werke Hermsdorf eingesetzt. Es traten jedoch massiv Probleme hinsichtlich der Zuverlässigkeit dieser KME 3-Moduln auf, was unvermeidbar hohe Ausfallraten der EDVA zur Folge hatte. Die weitere Produktion musste deshalb abgebrochen werden. Das erforderte, die bereits begonnene Nachfolge-Entwicklung zum „Konzept R 400“ zu beschleunigen.

Die dringende Einführung einer neuen Generation von EDV-Anlagen ab Ende der 60er Jahre bestand wegen der Notwendigkeit der deutlichen Verbesserung der Leistungs- und Funktionsparameter der Anlagen unter Einsatz nunmehr bipolarer Logik-Schaltkreise sowie erster integrierter Speicherschaltkreise, der Verbesserung ihrer Zuverlässigkeit und Reduzierung von Fertigungsaufwand und Kosten sowie nicht zuletzt zur Wahrung des Anschlusses an den internationalen Stand und der Kompatibilität künftiger Anwendungs-Software mit führenden Herstellern auf dem Weltmarkt, wie IBM und Siemens.

Die wirtschaftliche und strategische Notwendigkeit der Nutzung der Ressourcen aller Länder des Ostblockes führte in den 60er Jahren nicht nur zur Schaffung des Rates für gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW), sondern auch zu einer spezifischen Organisation der sozialistischen Länder Osteuropas, der „Mehrseitigen Regierungs-Kommission Rechentechnik“ (MRK). Ziel war die Integration der Ressourcen der beteiligten Länder bezüglich deren Informations-Technik und Anwendung, Organisation einer Arbeitsteilung und Spezialisierung aller

Beteiligten, Schaffung eines großen Wirtschaftsraumes und Erhöhung der Effektivität bei Entwicklung, Fertigung und Anwendung der EDV-Systeme.<sup>6</sup>

Nach umfangreichen Vorbereitungsarbeiten und bereits laufenden Spezialistenarbeiten erfolgte auf Regierungsebene im Dezember 1969 der Abschluss des Mehrseitigen Regierungsabkommens zur Entwicklung, der Produktion und des Einsatzes eines Einheitlichen Systems der elektronischen Rechentechnik (ESER). Dieser Vertrag zur MRK bedeutete für die Gründungs-Länder VR Bulgarien, Ungarische VR, DDR, VR Polen und UdSSR quasi die Schaffung eines internationalen Rechentechnik-Konzerns, der auch bereits angelaufene nationale Projekte koordinieren musste. Dieser Schritt ermöglichte die Konzentration enormer Manpower- Ressourcen im Ingenieur-, Software- und Technologiebereich, der Produktion und Anwendung auf abgestimmte Ziele. Das Regierungsabkommen begründete eine weitgehend eigenständige internationale Organisation, die sich in ihrem Status und in den Verbindlichkeits-Regelungen der Beschlüsse grundsätzlich und positiv von den unverbindlichen Praktiken der RGW-Arbeit unterschied und auch den zukünftige Handel zwischen den Ländern vorbereitete. Das Abkommen vereinte ab 1975 etwa 300.000 Menschen. In allen Teilnehmer-Ländern wirkte die Marktperspektive UdSSR als mächtiger Investitionsanreiz in Technologien und Produktionsprofile.

Die Struktur der Arbeitsorgane der MRK und deren Arbeitsgegenstand erweiterten sich im Verlaufe ihres ca. zwanzigjährigen Bestehens erheblich. In den Anfangsjahren bearbeitete und koordinierte die für die ESER- Mainframes gewählte Arbeits-Organisation mit dem „Rat der Chefkonstrukteure“ an der Spitze die umfangreichen Aufgaben in zwölf internationalen Spezialistenräten. Alle systemrelevanten Spezialisten-Sektionen des DDR-Teiles des ESER, außer zur Datenfernverarbeitung, lagen ab deren Gründung bis 1990 ständig in den Händen hervorragender Fachleute des Fachgebietes Geräte Karl-Marx-Stadt. Sie nahmen bei der Gestaltung und Umsetzung der internationalen Arbeits-Pläne Einfluss darauf, dass nationale und internationale Ziele, ESER- Systempolitik sowie Interessen der DDR-Betriebe in Einklang blieben und unsere technologische Basis weitgehend die Produktziele absicherte.

Auf bestimmten Gebieten – vor allem bei technischen Forderungen, Prüfungen u.a. – galten jedoch unveränderliche sowjetische Vorgaben, so dass sich das Ziel der Integration der ESER-Technik in die UdSSR-Volkswirtschaft konsequent verfolgen ließ. In der Startphase gelang auch die wichtige Spezialisierung der DDR hinsichtlich Entwicklung und Produktion von „EDVA mittlerer Leistung“, also der zukünftigen Hauptexport-Linie der DDR.

#### IM VORFELD DES STARTS DER MRK-ARBEIT

Die Vorbereitung des Integrationskonzeptes zur Rechentechnik begann bereits 1967 intern in der UdSSR. Danach folgten in unseren Betriebsteilen eine Vielzahl von Besuchen hoher Regierungsvertreter und Spezialisten-Treffen mit Fachleuten und Managern der UdSSR. Sie überlappten sich mit den Arbeiten an der Nachfolge-Maschine R 400, die bereits unter Hochdruck liefen. Aber es war auch unser Ziel, das R 400-Konzept zum DDR-Schwerpunkt eines einheitlichen mehrseitigen EDV-Programms zu machen, unsere Vorleistungen und Investitionen durch eine Abstimmung unserer gewählten Architektur-Grundlagen im

sozialistischen Wirtschaftsraum zu schützen und eine gute System-Basis für künftige Exporte zu erlangen.

Unsere Systemspezialisten und Entwickler für Hardware und Betriebssysteme dieser R 400-EDVA, einer IBM/360-kompatiblen Anlage, hatten umfangreiche Systemarbeiten geleistet und ihre Entwurfstechnologie bei Logik-Baugruppen und beim Betriebssystem den großen Anforderungen der neuen Inhalte und Technologie angepasst. Sie waren bestens mit der Original-Architektur vertraut und konnten daher bereits 1967 im Betriebsteil Erdmannsdorf in ausführlichen Spezialisten-Treffen hochrangigen Besuchern aus der UdSSR einen überzeugenden Arbeitsstand darstellen, die eingesetzten Entwicklungstechnologien – vor allem der Betriebssysteme, z.B. die Technologie des Re-Assemblings – erläutern und später auch Dokumentation übergeben.

Den DDR-Vertretern war zu diesem Zeitpunkt und noch Jahre später nicht bewusst, dass in dieser Phase in der UdSSR bis in höchste Kreise der Regierung und der Akademie der Wissenschaften noch erbittert um die Grundsatzstrategie zur Entwicklung des geplanten Einheitssystems der Elektronischen Rechentechnik gerungen wurde. Denn Akademie-Vertreter der UdSSR favorisierten die Weiterentwicklung ihrer Hochleistungs-Architektur (Rechner BESM 6), Industrie-Fachleute hingegen sahen entscheidende Vorteile in der Wahl eines etablierten westlichen Prototyp-Systems, zumal mehrere westliche Rechner-Firmen entsprechende Angebote gemacht hatten. Das Ringen um eine UdSSR-interne Entscheidung kann ausführlich bei den Hauptakteuren dieser Zeit nachgelesen werden.<sup>7</sup>

Hier sei aus der Feder des späteren Generalkonstrukteurs des ESER V. Prschijalkowskij zitiert:

*1968 – 1969 leisteten DDR-Spezialisten direkte Unterstützung zur Vorbereitung der Zusammenarbeit im Rahmen der MRK RT. Das Kombinat war ein konsequenter Verfechter der Nutzung der IBM/360-Architektur als Entwicklungs-Vorbild [...] Ein Schlüsselement und Prüfstein für die Auswahl dieser Architektur war die Fähigkeit, eine eigene Version eines Operationssystems zu entwickeln, wozu mindestens die Fähigkeit erforderlich war, den Quellcode eines IBM-Betriebssystems auf Assemblerniveau zu generieren. Die Gegner der IBM-Architektur in der UdSSR betrachteten diese Aufgabe in einem angemessen kurzen Zeitraum als grundsätzlich unrealistisch [...] Dank der Unterstützung durch Robotron- Spezialisten gelang es aber relativ schnell, diese Aufgabe in der UdSSR zu lösen und eine eigene kompatible Version des Quellcodes des OS ES zu schaffen. Dank dessen konnte die Orientierung auf die IBM/360-Architektur von allen Teilnehmerländern der MRK angenommen [...] werden.<sup>8</sup>*

Die Arbeiten der Systemspezialisten und Software-Entwickler des Fachgebiet Geräte Karl-Marx-Stadt und vieler weiterer DDR-Beteiligter haben den Schlüssel-Beitrag zur Auswahl der ESER- Architektur geleistet. Mit hoher Wahrscheinlichkeit gab die Übergabe des Arbeitsstandes der DDR-Spezialisten am „Projekt R 400“ im Zeitraum 1968/69 den entscheidenden Ausschlag für die interne Entscheidung der UdSSR zur Wahl des Systems/360 als ESER- Prototyp. Es wurde damals nicht nur die Entwicklung der internationalen Trends und die Marktbedeutung von IBM strategisch exakt bewertet, sondern auch der wertvolle Stand der R 400-Arbeiten in der DDR bewahrt.

## ENTWICKLUNGS-VORBILD ODER PROTOTYP-NACHBAU ?

Das ESER- Projekt vereinte in den Teilnehmerländern ca. 20.000 Wissenschaftler, Ingenieure und Programmierer, sowie ca. 300.000 Menschen in Produktion und Service unter einem einheitlichen systemtechnischen Konzept. In die Arbeiten für ESER- Produkte waren unmittelbar mehr als 70 Fertigungsbetriebe im Rahmen der Länder sowie eine weitere große Zahl Systemanalytiker und Entwickler in verschiedensten Bereichen für Anwendungslösungen einbezogen.<sup>9</sup> Die Auswahl der Entwicklungsstrategie für ein derart gewaltiges und langfristig geplantes Vorhaben mehrerer Staaten war ein sehr komplexes Problem, das weit über technische Details oder Befindlichkeiten einzelner Architektur-Schulen hinausging.

Einen solchen Ozean-Riesen, bildlich gesprochen, auf Kurs in weitgehend unerkundete Gewässer zu schicken und dazu auch eine neue Konstruktion des Schiffs zu nutzen, wäre nicht nur ein enormes Risiko gewesen, sondern hätte schlechthin bedeutet, internationale Erfahrungen und den bekannten Stand der Technik zu ignorieren und sich selbst zu isolieren. Für die Entwicklung ihrer neuen Rechnerarchitektur hatte die Weltfirma IBM bekanntlich mehrere Milliarden US \$ ausgegeben und war mit sechs verschiedenen, mit einheitlichen Operationsprinzipien und auf Bit-Niveau kompatiblen Modellen einer einheitlichen Familie erfolgreicher Marktführer geworden.<sup>10</sup> In der UdSSR hingegen waren die Kräfte und Strukturen extrem zersplittert, mehrere Architektur-Schulen tummelten sich vorrangig im akademischen Streit um Vorzüge von Details, weit entfernt von nationalen Gesamtstrategien.

Hinsichtlich der Nutzung eines Entwicklungs-Vorbildes IBM/360 bzw. IBM/370 im ESER sollen daher die strategischen Aspekte, die unsere Arbeit direkt tangierten, nochmals zusammengefasst werden:

- Der Block der europäischen sozialistischen Staaten stand der NATO nicht nur hinsichtlich des Gesellschaftsmodells strategisch diametral gegenüber. Er befand sich im kalten Krieg unter strengen Embargo-Restriktionen und bildete einen in sich weitgehend abgeschlossenen Wirtschaftsblock mit eigenem Währungssystem. Laut Valentin Falin sind in dieser Phase– vor allem im Rüstungswettlauf– *mehr Menschen umgekommen als im Ersten Weltkrieg, in ihm sind mehr Ressourcen vergeudet worden als in allen anderen Kriegen der Geschichte bis dahin zusammen.*<sup>11</sup> Die Lasten der UdSSR waren in dieser Auseinandersetzung extrem.
- Die Staaten der MRK waren an das sozialistische Wirtschaftsmodell nach UdSSR-Vorbild nicht nur politisch gebunden, eine erfolgversprechende wirtschaftliche Entwicklung jedes dieser Länder war letztlich nur im Rahmen eines Markt-Verbundes bei Spezialisierung einzelner Länder denkbar. Das betrifft in besonderem Maße solche investitionsintensiven Zweige, wie die Informationstechnologie und Elektronik.
- Die Schaffung eines effektiven exportorientierten und rentablen Systems war für alle beteiligten Länder daher von grundsätzlicher Bedeutung für jede Art von Wirtschaftlichkeits-Betrachtung. Nur die potentielle Chance eines großen Gesamtmarktes, vorrangig großer UdSSR-Exporte, machte eine umfangreiche Investitionspolitik und Schaffung technologisch leistungsfähiger Betriebe sinnvoll.

- Für die UdSSR war es wichtig, ein Architektur- und Systemvorbild mit internationaler Autorität zur Minimierung jeglicher Risiken zu nutzen sowie einen zweifelsfreien Marktführer als nationales Entwicklungs-Vorbild zu definieren, die Ausschaltung verschiedener „eigener Schulen“ und Konzepte zu erleichtern und die gezielte Integration anderer RGW-Länder zu sichern. Die IBM/360-Architektur mit einer echten Kompatibilität aller Modelle hatte zudem systemtechnisch entscheidende Vorteile und war bestens geeignet.
- Die Prototyp-Orientierung ermöglichte ein hohes Arbeitstempo in der Startphase und bei Architektur-Übergängen. Auch die praktizierte Form der Arbeitsteilung und die hohe zeitliche Parallelität wurde damit erst möglich. Sie erhöhte die Sicherheit von Systementscheidungen und logischen Teillösungen außerordentlich und senkte deutlich den Konzeptions- und Teile des Entwicklungsaufwandes. Die wesentlichsten Effekte der Unterstützungen durch Prototyp-Unterlagen wirkten sich bei den Arbeiten an den Operationsprinzipien (der Systemarchitektur) und der Software-Entwicklung aus.
- Es existierte von Beginn der DDR-Arbeiten im ESER ein Grundsatz unseres Hauses: bedingungslose Realisierung der beschlossenen Systemvorgaben und technischen Forderungen als Grundlage erfolgreicher wirtschaftlicher Tätigkeit bei maximaler Nutzung einheimischer Leistungen und Zulieferungen.
- Die technischen Forderungen der UdSSR konnten im Prozess mehrseitiger Beschlussfassung meist nur sehr schwer beeinflusst werden. Im Systembereich konnte die DDR-Seite jedoch oft ihre Interessen gut einbringen, was dank einer massiven Vertretung von Spezialisten unseres Hauses in den internationalen Gremien und anderer Kanäle gelang.
- Noch heute existiert der gravierende Irrglaube, dass eine Prototyp-Orientierung einem „Nachbau“ gleichzusetzen sei. Unsere ESER- Politik schloss das grundsätzlich aus. Der für eine stabile Entwicklung einer strategischen Produktlinie einer Volkswirtschaft erforderliche Grad der unbedingten Beherrschung und Nachhaltigkeit aller Produktteile – incl. Bearbeitung von Funktionsabweichungen, Fehlern und Umgehungslösungen unter Embargobedingungen – erfordert eine komplette Eigenentwicklung mit dem dafür typischen hohen Aufwand und Wissens- Knowhow.
- Die Volkswirtschaften der Länder profitierten vorrangig von der vielfältigen Nutzbarkeit von Beispiellösungen bei Anwendungssystemen mit IBM/360 bzw. IBM/370, SIEMENS u.a. und von der gesicherten System-Kompatibilität beim Übergang von Importanlagen auf ESER- Anlagen.

#### ENTWICKLUNG DER BETRIEBSSYSTEME UND KOOPERATION – EINE ERFOLGSSTORY

Die Hauptrichtung unserer Software-Arbeiten orientierte sich auf Hauptspeicherresidente Betriebssysteme für mittlere EDVA. Es wurden etwa 6.000 Mannjahre Entwicklerleistungen mit ca. 6 Mio. „Lines of Code“ (Anzahl an Programmzeilen) erbracht.<sup>12</sup> Die Entwicklungsarbeiten zu den Betriebssystemen des ESER wurden DDR- seitig vom Fachgebiet geleistet oder koordiniert und arbeitsteilig mit dem UdSSR-Leitinstitut des ESER



(NIZEWT) auf Basis von kommerziellen Lizenzverträgen zu je 50 % des jeweiligen Leistungsvolumens durchgeführt.

Grundsätzlich soll hier die totale wechselseitige Abhängigkeit von Geräte- und Betriebssystem-Entwicklungen in unserem Hause unterstrichen werden: Ohne Betriebssystementwicklung keine Hardwarekompatibilität und ohne Kompatibilität kein Export. ESER-EDVA aus der DDR waren stets 100 % Befehlscode-kompatibel. Zu einer Gesamtübersicht der Entwicklung der Betriebssysteme vom plattenspeicher-orientierten DOS EC bis zum OC-7.2. EC und MVS/SP-EC sei auf die angefügte Literatur verwiesen.<sup>13</sup>

Während bis ca. 1985 alle DDR-Entwicklungsleistungen sowohl an Nutzer der DDR-Modelle als auch für Importmodelle (außer EC 1010, EC 1020) ausgeliefert wurden, traf das ab OC-7.1.EC nur noch teilweise zu. Der Betriebssystemkomplex OC-7.1 entsprach in den von Robotron ausgelieferten Teilen in besonderem Maße der gerätetechnischen Leistungsfähigkeit der Modelle EC 1055, EC 1055.M und EC 1056 (hier speziell wegen ihrer SVM-Zusatzbefehle). Eine Besonderheit dieser Arbeiten bestand auch darin, dass bestimmte Robotron- Orientierungen für DDR-Anwender – z.B. bei SVM – von denen in der UdSSR abwichen. Im Sinne der Einheitlichkeit und der Exportfähigkeit in die UdSSR wurden die jeweiligen Ausgaben der Systeme aber stets als Gesamtsystem entwickelt.

#### TECHNISCHE FORDERUNGEN, ANFORDERUNGEN AN DIE ESER-BASISKONSTRUKTION UND DDR-QUALITÄT

Wir fanden, kurz gesagt, positive Antworten auf diese „Forderungen“, und das war in hohem Maße exportsichernd. Es war wichtig zu verstehen, dass unser Zielmarkt auf einem strategischen Sektor für die UdSSR lag. Der Import in die UdSSR unterlag daher nicht nur, wie üblich, einem zentralen staatlichen Handelsmonopol und der Steuerung durch die Quoten der Staatlichen Plankommission der UdSSR. Alle strategische Technik, auch Importe, mussten prinzipiell die extremen Transport-, Lager- und Einsatzbedingungen nach Technischen Standards der UdSSR erfüllen. Diese Standards waren weitgehend militärischen Normen angelehnt und für die Entwicklung unserer Anlagen eine enorme technisch-konstruktive Herausforderung. Man denke nur an den russischen Winter und die langen Eisenbahntrassen und Straßen. Aber auch daran, dass jede Anlage in die Verantwortung des Technischen Kundendienstes der UdSSR übergang und Elektronik-Moduln dort auch repariert werden sollten. Unsere EDVA fanden zudem auch in jenen Organisationen der UdSSR Anwendung, wo Ausländer keinerlei Zugang hatten. Die strategische Unabhängigkeit des ESER forderte weiterhin das generelle Verbot des Einsatzes beliebiger westlicher Bauelemente in der Serienproduktion, insofern die Verfügbarkeit eines kompatiblen eigenen Bauelementes fehlte.<sup>10</sup>

Diese Grundsätze und Forderungen führten neben vielen Tempoproblemen auch zur Variante, durch gezielte Technologiearbeit bei Fertigungs- und Prüfprozessen und hohe Qualitätsvorgaben an die Zuliefer-Industrie eine umfangreiche Qualitätssicherung zu garantieren. Das Verbot des Einsatzes westlicher Bauelemente ermöglichte zudem, den Valutabedarf für ESER-EDVA in der Serienproduktion extrem niedrig zu gestalten.

Die erste ESER-EDVA der DDR – die legendäre „EC 1040“, vorgestellt 1973 auf der Leipziger Frühjahrmesse und auf der ersten ESER- Ausstellung im Mai/Juni 1973 in Moskau

– war in der Anfangszeit der leistungsfähigste ESER- Rechner überhaupt und hatte mit Abstand die beste Betriebs-Zuverlässigkeit. Ihr anerkannt hohes Qualitäts-Spitzenniveau garantierte – besonders in der UdSSR – eine starke Nachfrage und ständige Wartelisten. Die hohen Vorleistungen der DDR und die Arbeit am Konzept R 400 hatten also gute Früchte getragen.

Eine derartige Markt-Position wäre – neben der genannten Hardware-Leistung – allerdings undenkbar gewesen ohne die ca. 20 Jahre währende enge vertragliche Kooperation mit UdSSR-Teams bei der Entwicklung der ESER- Betriebssysteme, wodurch letztendlich auch spezifische Besonderheiten des UdSSR-Marktes berücksichtigt werden konnten.

#### ENTWICKLUNGSQUALITÄT UND PRODUKTNIVEAU

Große Logikkomplexe, wie EDVA, erfordern für deren Entwicklung und Fertigung neben Erfahrung, hohem Können und umfangreichen Zulieferungen durchgängige elektronische Verfahren. So bestand im Hardware-Bereich eine vollständige leistungsfähige Entwicklungstechnologie für den Logikentwurf, den technischen Entwurf, Fertigungs- und Serviceunterlagen, Technologie-Ausrüstungen usw.. Das Entwicklungs-Ergebnis und dessen Fertigungsüberleitung und Produktionstechnologie wurden stets zu 100 % beherrscht, eine schnelle Reaktion inclusive. Auch im Softwarebereich beherrschten die großen Teams der ESER-Entwickler bei Robotron und in gleicher Weise des Vertragspartners NIZEWT die Software-Produkte gut und erzielten umfassende Vertriebsqualität.<sup>10</sup> Im Hause E2 bestand generell eine Entwicklungskultur mit hohem Niveau, sie baute auf einer kompetenten Komplexthemenleitung, auf der präzisen Ermittlung der Anforderungen und Toleranzen an die Hochfrequenz-Eigenschaften des Leitungssystems und hoher Entwicklungsdisziplin im Detail auf, darunter auch dem Ziel, maximal DDR- (und SW-) eigene Bauteile und Material einzusetzen. Daneben waren die konsequente Analyse der Architektur-Innovationen und die darauf aufbauende schrittweise Erweiterung der Funktionalität der Betriebssysteme gut eingespielte Prozesse mit hoher Sicherheit – auch in der Kooperation mit der UdSSR.

Ein Grund-Problem wurde jedoch immer gravierender, nämlich die systematische Steigerung der Performance. Mainframes stehen traditionell in der Anwendungs- Pyramide im Kopfbereich; höchste Anforderungen an Zuverlässigkeit, Datensicherheit, Funktionalität und Performance sind die Konsequenz. Jedoch wurde das Tempo des technologischen Fortschritts ab etwa Mitte der 1980er Jahre durch die 8- und 16-Bit-Mikroprozessor-Technologie bestimmt; schnelle Innovationszyklen waren wegen deren Massenstückzahlen sehr wirtschaftlich. EDVA mussten sich an der Spitze dieser IT-Landschaft behaupten, verloren aber weltweit relativ zu Mikroprozessor-Systemen an Tempo, und mit jeder Produktgeneration wurde eine gewisse „Systemkrise“ deutlicher. Die Entwicklung von IT-Netzen und die starke Leistungssteigerung bei Mikroprozessor- basierten Architekturen ( mit kurzen Befehlsformaten ) ergänzte diese Trends.

EDVA der DDR nutzten für ihre Performance-Sprünge neue, größere Halbleiter-Speicher und höher integrierte und besonders schnellere Logikschaltkreise, Schaltnetzteile, Zweiprozessor-Konzepte u.a. Das ist, stark vereinfacht, die Technik-Geschichte der fünf Modellreihen der ESER- Rechner – von EC 1040 bis EC 1057. Mit jeder Produktgeneration wurden deutliche Verbesserungen erzielt (vgl. Tabelle „Grobübersicht ESER-EDVA der DDR“). Von einer maximalen Konfiguration der EC 1040 mit acht Schränken bei 1 MByte HS entwickelte sich

die Technologie bei EC 1057 zu einem Schrank bzw. zwei Schränken in der Doppelprozessorvariante, die Befehlszahl ergab zusätzliche Funktionalität. Der Effekt dieser Schritte verringerte sich jedoch mit jeder Produktgeneration; vor allem Logik-Schaltkreise blieben zurück. Die erforderliche kompakte Anordnung der sehr schnellen, aufwendigen EDVA- Logik mit hoher Verarbeitungsbreite, hoher Taktfrequenz und folglich Verlustleistung führte ca. 1985 international zu extrem aufwendigen Konzepten (etwa das „TCM Konzept“ von IBM). Für die Computerindustrie des Ostens waren derartige Technologien wirtschaftlich praktisch unreal. Auch in der UdSSR litt die Entwicklung des ESER und von „Superrechnern“ extrem darunter. Wir waren letztlich gezwungen, auf hochintegrierbare Halbleitertechnologien zu warten – eine schwierige Situation.

Modell	Befehlsanzahl/ Performance OP/sec (Gibson 3E)	HS-Ausbau	Haupt-Betriebssysteme
<b>EC 1040</b> 1974-1980	143 Befehle (ESER I)/ 380 T	1 MByte (256 KByte pro Schrank)	DOS EC ; OC-EC/MFT, OC-EC/MVT
<b>EC 1055</b> 1979-1984	173 Befehle (ESER II) + 2 Emulationsbefehle+ 37 MAMO-Befehle / 450 T (ohne MAMO)	2 MByte (1MByte/ Schrank)	OC-6.1. (SVS) /EC
<b>EC 1055M</b> 1983-1986	182 Befehle (ESER II-erweitert) (+ 37 MAMO-Befehle) /450 T	4 MByte (EDVA in max.2 Schränken)	OC-6.1.(SVS) /EC SVM /EC
<b>EC 1056</b> 1985-1989	182 Befehle (ESER II-erweitert) + interne SVM Mikroprogramm-Makros/ 510 T	4 MByte (EDVA in max. 1 Schrank)	OC-7.1./EC mit SVS 7.1./EC,SVM 3.0./EC BPS 7.1./EC
<b>EC 1057</b> auch als Doppelprozessor-Modell 1989-1990	203 Befehle (ESER III)/1.000 T bzw. 1.500 T	16 MByte (EDVA mit Coprozessor in 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)

Formatiert: Deutsch (Deutschland)

Tabelle „Grobübersicht ESER-EDVA der DDR“

#### DDR-MIKROELEKTRONIK FÜR PC UND ESER IV

Die Leitung des Fachgebiet Geräte wählte in dieser Phase des genannten Technologie- Staus eine duale, unser Leistungspotential und unsere Organisationseinheit erhaltende Strategie, nämlich die Nutzung des Potentials der Hardware-Hauptbereiche des Fachgebietes (gemeinsam mit Robotron- Buchungsmaschinenwerk und Robotron- Sömmerda) für ESER-Personalcomputer mit dem international dominierenden IBM-Systemkonzept und dessen effektivem Motherboard-Konzept als zweite Haupt-Entwicklungslinie. Die Personalcomputer EC 1834 und EC 1834 M wurden der erwartete große Verkaufserfolg, auch (in modifizierter Form) noch im Verkauf 1990/1991 in die UdSSR., der EC 1835 kam nicht mehr in die Serienfertigung.<sup>14</sup>

In der DDR-Mikroelektronik-Industrie wurde ab 1986 die CMOS-Technologie entwickelt und auf deren Basis auch ein Aufwand sparendes modulares Gate-Array-System. Durch kundenspezifische obere Ebenen sind damit verschiedene Funktionen im Schaltkreis realisierbar. Dadurch sind ein kompakter Aufbau der Logikeinheiten und somit hohe Taktfrequenzen möglich. 1987 wurde diese Technologie für unser nächstes ESER-EDVA Projekt „ESER 4“ ausgewählt und auf Basis der Schaltkreise U 5300/U 5500 im Hause festgeschrieben.<sup>15</sup> Die Logik-Entwurfsarbeiten und Verfahren im Fachgebiet wurden folglich auf Verfahren unmittelbar für den Schaltkreisentwurf erweitert. Das gab die Möglichkeit, den aus volkswirtschaftlicher Sicht zunehmenden Anteil der Wertschöpfung für Schaltkreisentwurf durch eigene Kapazitäten mitzutragen und bei Planungen weitgehend unabhängig und schnell zu sein.

Der erste ergebniswirksame Schritt auf dem Wege zu LSI-Schaltkreisen, den unser Haus anteilig selbst bearbeitete, waren derartige CMOS-Gate-Arrays. Ergänzend zu den Basisschaltkreisen der U 80286 (Intel/80286)-Familie aus dem Kombinat Mikroelektronik Erfurt wurde im PC EC 1835 eine Vielzahl von Logik-Bauteilen des IBM/AT durch drei Typen Gate-Arrays ersetzt.<sup>16</sup> Sie waren im Fachgebiet Geräte entworfen und 1989 im VEB Zentrum für Mikroelektronik Dresden für unsere Funktionsmuster gefertigt worden. Der IBM/AT-kompatible EC 1835 stellte im ESER eine echte Spitzenleistung dar. Das PC-Knowhow in Chemnitz und Sömmerda ermöglichte auch noch nach der DM-Einführung umfangreiche Exporte in die UdSSR und bot weitere Chancen.

Der ausgewählte Weg, einen wesentlichen Teil des Technologie- Fortschrittes vorrangig auf die Nutzung von CMOS- Gate-Arrays zu setzen, hat sich in den 90-er Jahren auch international für Mainframes bestätigt. Vielfach wurde und wird heute noch im Zusammenhang mit der Robotron- Geschichte die Frage gestellt, ob die Zuordnung des ESER- Mainframe Entwicklungszentrums(E2) zum Buchungsmaschinenwerk Karl- Marx- Stadt nicht automatisch die Aufgabe der ESER- Mainframe- Linie bedeutete, den dessen Profil lag ja bei PC, Terminals, Floppy- Disc und weiteren Gross- Serien- Produkten. Die wichtigste Antwort darauf war 1989 und weit nach 1990 in Chemnitz, bildlich gesprochen, als großer Beton- Rohbau zu sehen, das Gebäude des geplanten Zentrums für die Endfertigung von CMOS- Schaltkreisen. Heute ist davon noch die Baugrube in der Nähe der Gleise am Hauptbahnhof zu sehen.

Im Zusammenhang mit der gewählten Orientierung auf CMOS Gate-Arrays wurde im Bezirk Karl- Marx- Stadt eine Kooperation der dort starken Zweige des Textilmaschinenbaus und Werkzeugmaschinenbaus vorbereitet. Mit Unterstützung der Leitung des Bezirkes Karl- Marx- Stadt und unter Führung von TEXTIMA wurde der Bau eines Zentrums für die Endfertigung der kundenspezifischen Ebenen von CMOS- Schaltkreisen geplant und mit dessen Bau begonnen, seine Kapazitäten wurden neben den anderen regionalen Bedarf auch für den gesamten ESER- Bedarf für PC + Mainframes (ESER IV) ausgelegt.

Was die mögliche zukünftige Gestaltung der kombinatsinternen Kooperation für unsere ESER-IV Rechner betrifft, so waren verschiedene Varianten konzipiert, die hauptsächlich davon abhängen sollten, ob der traditionelle Robotron- Fertigungsbetrieb für ESER- Großrechner Dresden- Gruna seine Profilierung auf die 32- Bit VAX- Linie ins Extreme

führen würde und somit keine Fertigungs-Kapazitäten für ESER-Großrechner mehr verfügbar gewesen wären. In diesem Falle wäre die Endfertigung der ESER- IV- Mainframes technologisch weitgehend problemlos in Karl- Marx- Stadt möglich gewesen.

Der Bezirk Karl- Marx- Stadt und das Buchungsmaschinenwerk hätten einen Zuwachs bei der industriellen Warenproduktion von weit über 500 Mio Mark der DDR sicher freudig begrüßt, kein unwesentlicher Aspekt! Hier bietet sich an, die [Vorlage von G. Schürer](#) und dessen Forderung nach Stärkung des Maschinenbaus durch die DDR-Mikroelektronik nochmals zu lesen, die im Politbüro 1988 zu hitzigen Auseinandersetzungen führte. Wir hatten also neben einer tragfähigen technologischen Strategie auch wichtige Verbündete.

#### RÜCKBLICK UND ZEIT NACH 1990

Man kann durchaus feststellen: In der gesamten Zeit unserer Arbeit hatte sich die Führungspraxis eines wissenschaftlichen Industriebetriebes bewährt, durch gründliche Analysen der Anwendererfordernisse, internationaler Trends von Architekturen, Technologien und Marktentwicklung, aber auch der Realisierungsmöglichkeiten unter den Bedingungen der DDR-Wirtschaft die Entwicklungsrichtungen der EDVA- Technik mitzugestalten. In gemeinsamer Arbeit definierte, richtig gewählte Ziele ermöglichten effektives Tempo, hohe Motivation und die Vermeidung von Sackgassen oder langwierigen Umwegen. So konnte auch unter den Bedingungen hinter dem „eisernen Vorhang“ eine hohe Übereinstimmung der Arbeitsrichtungen des Fachgebietes mit den aktuellen internationalen Trends erreicht werden.

Anfang 1990 wurde das Fachgebiet Geräte offiziell als Hauptteil des „Wissenschaftlich-Technischen Zentrums“ dem Buchungsmaschinenwerk Karl-Marx-Stadt (später Ascota AG) zugeordnet, wodurch bessere Möglichkeiten der Entwicklung im Raum Chemnitz erschlossen werden sollten.

Mitte 1990 erfolgte gemäß Treuhandgesetz der (noch existenten) DDR-Regierung die Privatisierung der Ascota AG.<sup>17</sup> Viele Leistungsträger des Fachgebietes Geräte ergriffen in dieser Zeit ihre Chancen im neuen Wirtschaftssystem. So wurden 220 Mitarbeiter mit ESER-Knowhow in eine spätere 100 % IBM-Tochter transformiert. Sie beschäftigt heute ein Mehrfaches an Personal gegenüber der Anfangszeit, was allein für unser Leistungsniveau vor 1990 spricht.

Die Erfahrung, das Engagement und Wissen des Entwicklungspersonals des Fachgebietes waren nach 1990 generell eine gute Grundlage für den Lebensweg vieler Menschen. Auch sie werden sicher mit Stolz und Freude mit ihren Kindern und Enkeln diese Ausstellung besuchen.

Den Initiatoren und den vielen Beteiligten bei der Vorbereitung und Gestaltung der Ausstellung möchte auch ich sehr herzlich danken, insbesondere Herrn Prof. Friedrich Naumann, ohne dessen hohes langjähriges Engagement die vielen Fakten der Industriegeschichte der Region und die Inhalte der Ausstellung der Öffentlichkeit nicht zugänglich wären.

\* \* \*

- 
- <sup>1</sup> Jungnickel, G.: Wirtschaftlichkeit des ESER und betriebswirtschaftliche Aspekte. <http://eser-ddr.de/WirtschaftlichkeitdesESER.htm>
- <sup>2</sup> Schürer, G./Mittag, G.: <http://www.chronik-der-mauer.de/index.php/de/Start/Detail/id/593858/page/1>
- <sup>3</sup> Selbmann, Fritz: Beiträge zur Betriebsgeschichte des VEB ROBOTRON, Zentrum für Forschung und Technik-Fachgebiet Geräte Karl-Marx-Stadt. [http://eser-ddr.de/GeschichteELREMA\\_E2.htm](http://eser-ddr.de/GeschichteELREMA_E2.htm)
- <sup>4</sup> Beschluss des Politbüros vom 23.06.1964 und des Ministerrates vom 03.07.64: „Programm von Maßnahmen zur Entwicklung, Einführung und Durchsetzung der maschinellen Datenverarbeitung in der DDR in den Jahren 1964 bis 1970.“ (SAPMO BArch J I 2/2A/1038)
- <sup>5</sup> Merkel, G.: Auszüge aus dem „Betriebsblatt VEB Kombinat Robotron“. <http://robotron.foerderverein-tsd.de/111/robotron111a.pdf>
- <sup>6</sup> Jungnickel, G.: Internationaler Vertragsrahmen zur Rechentechnik. <http://eser-ddr.de/DerinternationaleVertragsrahmen.htm>
- <sup>7</sup> Prschijalkowskij, V. V.; Jungnickel, G.: Das Einheitssystem der elektronischen Rechenmaschinen (EDVA) der Länder der sozialistischen Gemeinschaft. [http://eser-ddr.de/ESEVMsozstran\\_de\\_3.htm#Deutsche\\_Demokratische\\_Republik](http://eser-ddr.de/ESEVMsozstran_de_3.htm#Deutsche_Demokratische_Republik) sowie Prschijalkowskij, V. V.: Das Wissenschaftliche Forschungsinstitut der Elektronischen Rechentechnik (NIZEWT; НИЦЭБТ) – Historische Dokumentation. [http://eser-ddr.de/NIZEWT2003\\_de3.htm](http://eser-ddr.de/NIZEWT2003_de3.htm)
- <sup>8</sup> Prschijalkowskij, V. V.: Das Wissenschaftliche Forschungsinstitut der Elektronischen Rechentechnik (NIZEWT; НИЦЭБТ) – Historische Dokumentation. [http://eser-ddr.de/NIZEWT2003\\_de3.htm](http://eser-ddr.de/NIZEWT2003_de3.htm)
- <sup>9</sup> Zitiert nach M. E. Rakowskij, stv. Vorsitzender von GOSPLAN der UdSSR; <http://eser-ddr.de/index.htm>
- <sup>10</sup> Jungnickel, G.: Zur Entwicklung der ESER-Betriebssysteme (OC-EC) in Kooperation zwischen dem NIZEWT (UdSSR) und Robotron (DDR). [http://eser-ddr.de/documents/Vortrag3IDDR\\_GJu\\_prototyp.pdf](http://eser-ddr.de/documents/Vortrag3IDDR_GJu_prototyp.pdf)  
Überblick „Systementwurf, Technologie und Konstruktion“ bei den ESER-EDVA-Entwicklungen bis 1990; <http://eser-ddr.de/SystementwurfundTechnologie.htm>; [http://eser-ddr.de/prototyp\\_doc.html](http://eser-ddr.de/prototyp_doc.html)
- <sup>11</sup> Falin, V.: Über das fatale Wirken der Historie. In: Sächsische Zeitung v. 19. Februar 2007; <http://www.sz-online.de/nachrichten/artikel.asp?id=1411798>
- <sup>12</sup> Die Kategorie „Mannjahr“ wurde international zur Errechnung großer Systemleistungen geschaffen und errechnet sich aus dem Produkt von Arbeitszeit (in Jahren) und der Anzahl von Arbeitskräften.
- <sup>13</sup> Jungnickel, G.: ESER-Betriebssysteme aus DDR-Entwicklung. <http://eser-ddr.de/ddrbetriebssystemedeseser.htm>
- <sup>14</sup> Jungnickel, G.: Personalcomputer des ESER. <http://eser-ddr.de/PersonalcomputerEC1834-EC1835.htm>
- <sup>15</sup> Jungnickel, G.: Vorlaufarbeiten und deren Technologiebasis. <http://eser-ddr.de/Vorlaufarbeiten.htm>
- <sup>16</sup> EC 1835; Systemplatine des EC 1835 mit U5301 Gate-Array. [http://de.wikipedia.org/wiki/EC\\_1835](http://de.wikipedia.org/wiki/EC_1835)
- <sup>17</sup> G. Jungnickel; Nachfolgeteams und Unternehmen. [http://eser-ddr.de/documents/Nachfolgenach1990\\_E2.pdf](http://eser-ddr.de/documents/Nachfolgenach1990_E2.pdf)