

## **Von Robotron bis Poly-Play**

RENÉ MEYER

# VON ROBOTRON BIS POLY-PLAY

COMPUTER UND VIDEOSPIELE IN DER DDR

DAS NEUE BERLIN

# INHALT

Chip! Chip! Hurra! .....	7
Eine kurze Geschichte der Rechentechnik .....	9
Auf und Ab der Kybernetik .....	17
Kombinate in der DDR .....	24
Das Hightech-Embargo und seine Folgen .....	27
Mikrochip-Klone .....	31
Die ersten DDR-Computer .....	43
Robotron 300 .....	53
Der ESER-Standard .....	60
Das Computerspielzeug PIKO dat .....	70
Tischrechner .....	74
Taschenrechner .....	77
Mikrorechner-Bausätze .....	83
Lerncomputer .....	93
Kleincomputer .....	95
Der letzte Heimcomputer der DDR .....	120
Bildungscomputer A 5105 .....	125
Computer aus dem Westen .....	128
Schülerkurse und Wettbewerbe .....	143
Computerstunde im Fernsehen .....	158
Software aus dem Radio .....	160
Computer-Klubs .....	163
Die Leipziger Messe .....	177
Computer in Büro und Produktion .....	183
Maschinensteuerungen .....	200
Mikrochips überall .....	202
Grafik und CAD/CAM .....	210
Die einzige Spielkonsole der DDR .....	214
Spiele als Einstieg in die Welt der Computer .....	220
Der Spielautomat Poly-Play .....	229
LCD-Spiele .....	237
Schachcomputer .....	239
Computerkunst .....	250

Das Computer-Magazin Bit Power .....	255
Mit legaler Software in den Westen .....	259
Der KC-Club .....	261
Utopische Literatur .....	264
Elektronische Musik .....	268
Utopische Filme in der DDR .....	273
Weiterführende Literatur .....	283

# CHIP! CHIP! HURRA!

Wenn über Computer in der DDR geredet wird, dann meistens spöttisch. Doch Witze wie der »erste begehbare Mikrochip der Welt« werden dem Stand der Mikroelektronik im Land keinesfalls gerecht. Allein Robotron ist Ende der achtziger Jahre größer als Apple, Commodore und Atari zusammen. Und nur eines von mehreren Mikroelektronik-Kombinaten in Ostdeutschland.

Gerade in den letzten zehn Jahren der DDR, von 1980 bis 1989, entsteht eine unüberschaubare Anzahl von Produkten – Digitaluhren, Taschenrechner, Heimcomputer, PCs, Lerncomputer, eine Spielkonsole, ein Spielautomat, Drucker, Geldautomaten und vieles, vieles mehr.

Wie Computer im Osten ins Leben dringen, unterscheidet sich gar nicht so sehr vom Westen. Sie erobern hüben wie drüben Haushalte, Freizeiteinrichtungen, Schulen und Betriebe. Sie unterhalten, helfen – und frustrieren.

Als eines von sehr wenigen Ländern auf der Welt entwickelt die DDR fast jedes Einzelteil selbst, vom Prozessor bis zum Gehäuse. Man folgt Standards und muss preiswerte Lösungen suchen. Der Aufbau einer Halbleiterindustrie ist für das kleine Land wirtschaftlich irrsinnig; und doch gibt es keine Alternative. Weder darf die DDR wegen des Hightech-Embargos leistungsfähige Computer einführen, noch hat sie ausreichend Devisen, um sie zu bezahlen, noch gibt es nennenswerte Hilfe von den anderen Ländern des Ostblocks.

Letztendlich entstehen aus eigener Kraft nützliche Produkte, deren Selbstkosten aber ein Mehrfaches des Weltmarktpreises betragen. Geschaffen von Menschen mit pfiffigen Ideen, in einem Land, das sich auf allen denkbaren Kanälen dem Chip-Zeitalter zuwendet. Und vielleicht trägt die enorme Kraftanstrengung, eine Computer-Industrie aufzubauen, die alles besser machen soll, zum Ende des Staates bei.



Dieses Buch basiert auf unzähligen Gesprächen mit Zeitzeugen, von denen viele hier zitiert werden. Auf meterweise Literatur aus der DDR, vor allem Zeitschriften wie *Jugend+Technik* und *Funkamateure*, aber auch Tageszeitungen wie dem *Neuen Deutschland*. Auf Büchern von Zeitzeugen, die nach der Wende erschienen sind. Und letztendlich auf eigenen Erfahrungen eines von Computern begeisterten Schülers in der DDR.

Eine überaus nützliche Quelle war die umfassende Geschichte der DDR-Computer auf *Robotrontechnik.de* mit ihrer hilfsbereiten Community, ebenso die Arbeit des Fördervereins für die Technischen Sammlungen Dresden mit Autoren wie Klaus-Dieter Weise.

Vielen Dank an Rüdiger Kurth und Robert Hirschfeld für ihre zahlreichen Anmerkungen zum Manuskript. Danke an Rudolf Rausch, Thomas Braatz, Klaus Bastian, Bert Lange, Ulrich Zander, Kathrin Beyer und Ronny Weiße für die jahrelange Unterstützung rund um DDR-Rechner. Hans-Joachim Köhler (\*) ermöglichte 1986 meinen ersten BASIC-Kurs – mein Start in die Welt der Computer.

# EINE KURZE GESCHICHTE DER RECHENTECHNIK

Der moderne Computer hat viele Ahnen. Bereits seit rund 5.000 Jahren wird der Abakus genutzt, um mit Hilfe von Kugeln an Stäben in einem Holzrahmen zu addieren oder zu subtrahieren. Der erste Stab steht für die Einerstelle, der zweite für die Zehnerstelle und so weiter. Die Kugeln sind alle gleich; ihr Wert ergibt sich durch ihre Stellung. Um zu rechnen, verschiebt man einfach Kugeln und liest das Ergebnis ab. Nicht mal das kleine Einmaleins muss man dafür können. Das Multiplizieren und Dividieren lässt sich durch Wiederholen von Addition und Subtraktion bewerkstelligen. Der Abakus war vor allem in Asien gebräuchlich und wird heute vereinzelt noch eingesetzt, in Japan etwa als Soroban und in Russland als Stschoty, in Schulen und in kleinen Geschäften. In Europa war eher das ähnliche Rechnen auf Linien verbreitet. Hier setzt man spezielle Rechenpfennige auf ein Liniengitter, das auf einem Brett oder Tuch liegt.



Nachbau der Schickard-Rechenmaschine [1623]; Exponat aus den Technischen Sammlungen Dresden

## RECHENMASCHINEN

Schon im 17. Jahrhundert werden mechanische Rechenmaschinen gebaut, die das Addieren oder gar alle vier Grundrechenarten beherrschen. Sie basieren auf Zahnrädern, die wie Wählscheiben funktionieren und die mit einer Ziffernanzeige verknüpft sind. Jedes Rad steht für eine Stelle. Um die Zahl 123 anzuzeigen, wird das ganz rechte Rad auf 3 gestellt, das zweite auf 2 und das dritte auf 1.

Zum Addieren und Subtrahieren werden die Zahnräder einfach weiter gedreht. Um  $123 + 456$  zu rechnen, bewegt man das rechte Rad um 6 Stellen weiter, das zweite Rad um 5 Stellen und das dritte Rad um 4 Stellen. Sofort ändert sich die Anzeige auf das Ergebnis 579.

Die große Schwierigkeit ist das Umsetzen des Zehnerübertrags der Anzeige: Nach der 09 kommt die 10, nach der 19 die 20. Erstens muss das Zahnrad wieder von 9 auf 0 springen. Das ist bei einem Kreis, ähnlich einer Uhr mit Zeigern, einfach zu bewerkstelligen. Zweitens, und das ist das Knifflige, muss das Zahnrad für die nächste Stelle um einen Wert erhöht werden. Gelöst wird das durch einen besonders langen Zahn auf dem Rad an der Position der 0, der nur nach einer vollen Umdrehung das nächste Rad um eine Position bewegt. Und manchmal nicht nur ein Zahnrad: Um von der 9.999 auf 10.000 zu kommen, müssen fünf Zahnräder auf einmal bewegt werden. Und soll die Maschine auch subtrahieren können, muss der Übertrag beidseitig funktionieren, um von der 09 auf die 10 zu wechseln und wieder zurück. Das ist lange Zeit eine Herausforderung, da alle Teile von Hand gefertigt werden.

Die wohl erste mechanische Rechenmaschine wird 1623 von Wilhelm Schickard entwickelt, um astronomische Berechnungen zu vereinfachen. Sie ist verschollen, doch anhand von dreihundert Jahre später gefundenen Briefen und Zeichnungen lässt sich ihr Innenleben zumindest erahnen – was zu mehreren Nachbauten führt. Die »Rechenuhr« arbeitet mit sechs Stellen. Das Meisterstück aus Zählrädern, Rechenstäben und einer Ablesetrommel multipliziert und dividiert; allerdings umständlich. Einerseits durch das Zerlegen in Teilschritte, das sich zunutze macht, dass  $123 * 46$  auch als  $123 * 40$  plus  $123 * 6$  gerechnet werden kann. Andererseits mit Hilfe der einige Jahre zuvor erfundenen Rechenstäbchen von John Napier, bei denen die Einmaleins-Tafel so erweitert wird, dass sie für mehrstellige Berechnungen einsetzbar ist.

Noch heute im Original zu bestaunen ist die Rechenmaschine von Blaise Pascal. Von seiner Pascaline werden rund fünfzig Stück gebaut; eine steht im Dresdner Zwinger. Sie addiert mit siebenstelligen Zahlen, die über Wählscheiben festgelegt werden. Das Ergebnis wird als Ziffernfolge in kleinen Kästchen abgelesen. Spätere Modelle subtrahieren auch. Solche mechanischen Rechengeräte sind bis gegen 1980 im Einsatz, etwa als Taschenschieber in Haushalten, bis sie von elektronischen Taschenrechnern ersetzt werden.

Im Gegensatz zur Pascaline kann die Rechenmaschine von Gottfried Wilhelm Leibniz aus dem Jahr 1673 auch multiplizieren und dividieren: statt  $3 \times 5$  rechnet sie  $5 + 5 + 5$ .

Lange Zeit greift man für komplexere Aufgaben wie Logarithmen und Winkelfunktionen auf Zahlentafeln zurück. Dort lassen sich die Ergebnisse nachschlagen. Um mehrgliedrige Formeln wie  $(a + b) \cdot 2$  zu berechnen, entsteht die Idee eines Gerätes, das mehrere Rechenschritte hintereinander ausführt und sich dabei Zwischenergebnisse merkt. Man nennt solch ein Rechenwerk Differenzmaschine (von der mathematischen Differenzmethode, mit der sich Funktionswerte bei gleichen Abständen durch Addition ermitteln lassen).

Ein funktionierendes Modell entwickelt 1822 der Brite Charles Babbage. Es gilt heute als erste automatische Rechenmaschine. Ein leistungsfähigerer Nachfolger bleibt unvollendet; genau wie die zweite Generation, die sogenannte Analytische Maschine. Sie hat bereits viele Eigenschaften moderner Computer: ein Rechenwerk, einen Speicher für 1.000 Zahlen mit je 50 Stellen und ein Steuerwerk.

Unterstützung erfährt Babbage durch die junge Ada Lovelace. Sie gilt als erste Person, die ein Computerprogramm schreibt und zwischen Hardware und Software unterscheidet. Hardware sind die Maschine und die Lochkarten. Software sind die Informationen, die auf den Lochkarten gespeichert sind.



Mercedes-Rechenmaschinenwerk in Zella-Mehlis

## LOCHKARTEN

Die Idee, für die Eingabe und Ausgabe Karten zu verwenden, schaut sich Babbage von modernen Webstühlen ab. Dort lassen sich bereits komplizierte Muster und verschiedene Farben automatisch weben, indem das Muster durch Karten mit eingestanzten Löchern vorgegeben wird. Ein ähnliches Verfahren kommt bei Drehorgeln und Spieluhren zum Einsatz, um automatisch Melodien zu spielen.

Auch Schaffner lochen Fahrkarten an bestimmten Stellen, um Merkmale wie Geschlecht und Hautfarbe versteckt zu markieren und somit zu erkennen, ob eine Karte mehrfach genutzt wird. Das ist Inspiration für Herman Hollerith, auf Lochkarten persönliche Daten zu speichern, um sie massenhaft auszuzählen. Er entwickelt dazu ein Tabelliersystem. Ihr erster Einsatz ist das Erfassen von Krankheitsfällen der Bevölkerung, um die Wehrtauglichkeit zu ermitteln. Um seine Erfindung zu professionalisieren, gründet er 1869 die Tabulation Machine Company (aus der 1924 IBM entsteht).

Das Sprungbrett für die junge Firma ist die Revolution der amerikanischen Volkszählung 1890. Sie findet alle zehn Jahre statt; Hollerith ist bereits Assistent bei der Zählung 1880. Dort werden 50 Millionen Bewohner ermittelt, für die zahlreiche Angaben erhoben werden, wie Geburtsdatum, Geschlecht, Hautfarbe, Beruf, Ausbildung, Behinderungen, Vorstrafen. 500 Mitarbeiter benötigen für die detaillierte Auswertung bald acht Jahre.

Für die Auswertung der Volkszählung 1890 werden Herman Holleriths Tabelliermaschinen eingesetzt. Grundlage sind Lochkarten (Punch Cards) in der Größe einer Dollarnote. Sie haben 24 Spalten mit einer bestimmten Bedeutung wie dem Geschlecht. In jeder Spalte wird durch das Loch einer Zeile eine Information gespeichert. 10 Positionen sind möglich.

Zunächst müssen die Lochkarten erstellt werden. Die Zählung selbst basiert noch auf Formularen, die 50.000 Zähler in 13 Millionen Haushalten manuell ankreuzen. Sie haben aber bereits das Format einer Lochkarte, und die Kreuze orientieren sich an den Spalten und Zeilen. Mit Hilfe eines selbst entwickelten Handlochers werden die Kreuze auf eine zweite Karte, die eigentliche Lochkarte, als Löcher kopiert. Dazu hat der Locher einen Handgriff, den man auf der ersten Karte über ein Kreuz setzt und der beim Niederdrücken auf der wenige Zentimeter entfernten Lochkarte an der gleichen Position ein Loch erzeugt. Das Verfahren basiert auf dem auch Storchschnabel genannten Pantographen, mit dem geometrische Figuren von einem Blatt auf ein anderes übertragen werden können.

Zur Auswertung legt man eine Lochkarte in eine Stiftbox. Darin befindet sich an jeder Lochposition ein Stift. Schließt man die Box, berühren die Stifte die Lochkarte. Trifft ein Stift auf ein Loch, taucht er in ein darunter liegendes Quecksilber-Näpfchen und schließt einen Kontakt. Der schaltet eine Zähluhr weiter. Gleichzeitig öffnet sich ein Sortierkasten, in den die Karte danach gelegt wird. Mit einer passenden Verdrahtung werden mehrere Eigenschaften einer Person gezählt. Zudem kann die Zählung mit Karten eines bestimmten Sortierkastens wiederholt werden, aber diesmal mit anderen Kriterien.

Das Gerät ist eine Sensation. Statt nach acht Jahren ist die Volkszählung bereits nach zwei Jahren abgeschlossen, und das mit einem Zehntel der Mitarbeiter.

Das Verfahren wird im Laufe der Jahrzehnte immer weiter verbessert. Lochkarten erhalten 80 Spalten. Sie speichern durch Verwenden mehrerer Stellen für ein Zeichen auch Buchstaben und Zahlen. Sie werden mit maschinellen Stanzern schneller gelocht. Sie werden rasend schnell eingelesen. Spätere Computer drucken Ergebnisse auf Lochkarten.

Daneben werden Lochstreifen eingesetzt. Sie sind oft mehrere hundert Meter lang und können eine viel größere Datenmenge aufnehmen, lassen sich aber nicht sortieren oder korrigieren, ohne die gesamte Rolle zu ersetzen. Lochkarten und Lochstreifen sind bis in die siebziger Jahre im Ein-

satz, bis sie durch Magnetbänder ersetzt werden. In der DDR laufen bis zur Wende computergesteuerte Werkzeugmaschinen mit Lochbändern; kurz CNC-Maschinen genannt (von Computerized Numerical Control).



Montage von Rechenmaschinen in Zella-Mehlis

## COMPUTER

Gleichzeitig werden Tabelliermaschinen zu Computern. 1937 baut Konrad Zuse in Berlin die Z1, einen mechanischen Rechner, der auf binären Zahlen basiert. Dessen Schaltglieder verhaken sich oft, so dass die Z2 als Übergangsmodell teilweise auf Relais basiert. Die Z3 arbeitet ausschließlich mit diesen elektrischen Magnetschaltern, deren zwei Zustände das Binärsystem mit seinen zwei Zahlen 0 und 1 umsetzen. Sie gilt als erster Digitalrechner überhaupt. Alle drei Geräte werden im Zweiten Weltkrieg zerstört. Die Z4, ebenfalls ein Relaisrechner, wird zunächst von der Technischen Hochschule Zürich gemietet, so dass sie als erster kommerzieller Computer gelten kann:

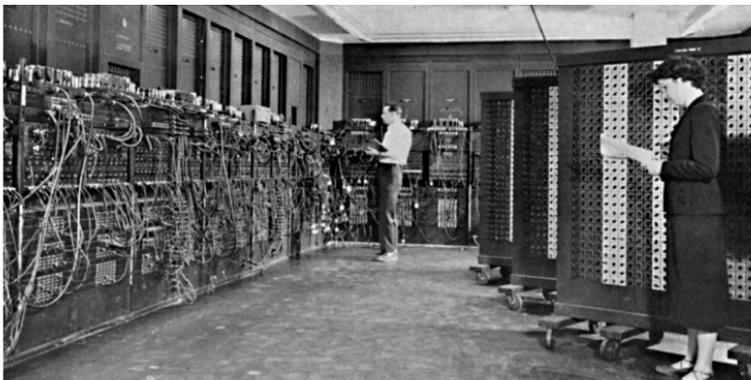
»Es war sofort zu sehen, dass hier in höchst origineller und von der übrigen Welt unabhängiger Weise die Idee der Programmsteuerung entwickelt werden war und Gestalt angenommen hatte. In technologischer Hinsicht benutzte zwar das Gerät nicht die schnellen elektronischen Schaltungen der Amerikaner, aber seine logische Konstruktion wies bereits alle wesentlichen Punkte auf, die wir an unseren heutigen Maschinen kennen. Ein neues Zeitalter der Mathematik war angebrochen, und wir entschlossen uns an der

ETH Zürich, das Gerät durch Zuse herrichten zu lassen und zu mieten, und wir haben bei den Arbeiten mit dieser Maschine einige Jahre der schönsten wissenschaftlichen Tätigkeit erlebt.«

Auch in anderen Ländern arbeitet man an Computern. In Großbritannien entschlüsselt der in zehn Exemplaren gebaute Röhrenrechner Colossus ab 1943 die Funksprüche der Deutschen. In den USA wird ab 1937 in Iowa der Atanasoff-Berry-Computer gebaut und 1941 fertiggestellt, um lineare Gleichungen zu berechnen. 1943/44 baut IBM den fünf Tonnen schweren Mark I für ballistische Berechnungen der Marine.

Der bekannteste frühe amerikanische Computer ist ENIAC, der als erster rein elektronischer Universal-Rechner gilt. Er wiegt etwa 27 Tonnen, erstreckt sich über eine Fläche von 10 mal 17 Metern, arbeitet mit 17.468 schnellen Elektronenröhren und wird durch das Stecken von Kabeln programmiert. Eine Möglichkeit, Programme zum Beispiel durch Lochkarten einzuspeisen, gibt es zunächst noch nicht. Eingesetzt wird der Electronic Numerical Integrator und Computer von der US-Armee.

Die riesigen Apparaturen schrumpfen innerhalb von dreißig Jahren auf die Größe eines Schuhkartons. Doch der frühe Erfindergeist, der überall auf der Welt zu recht unterschiedlichen Geräten führt, in ihrem Aufbau, ihrem Einsatzzweck und der Möglichkeit der Programmierung, wird überschattet durch lange Gerichtsverfahren um Patente. Die Antwort, welches der erste *Computer* ist, hängt davon ab, wie man *Computer* definiert. Mechanisch oder elektronisch. Fest verdrahtet oder leicht programmierbar. Für einen bestimmten Zweck oder universell einsetzbar.



Glen Beck und Betty Snyder am ENIAC (1947)



Lochkarten und Tabelliermaschinen revolutionieren 1890 die amerikanische Volkszählung: Die ausgefüllten Formulare werden auf Lochkarten übertragen (rechts oben). Mit Tabelliermaschinen (links oben) werden die gelochten Eigenschaften gezählt und können in Sortierkästen gelegt werden; dadurch sind Mehrfachabfragen möglich. Zunächst muss jede Karte einzeln bewegt werden; später sind Stapel möglich. Daneben gibt es ähnliche Zählmaschinen (Mitte) mit einer Tastatur mit den Zahlen von 1 bis 20, um die Anzahl der Einwohner, der Familien und deren Mitglieder zu zählen.

## AUF UND AB DER KYBERNETIK

1947 beginnt das Zeitalter des Transistors; eines zuverlässigen, preiswerten und langlebigen elektronischen Schalters. Der junge Arbeiter-und-Bauern-Staat DDR nimmt die neue Halbleitertechnik zunächst nur zögerlich an. Man hat andere Sorgen, wie den Wiederaufbau der Schwer- und der Chemie-industrie.

Die Wirtschaft im Osten Deutschlands ist nicht nur mit massiven Kriegsschäden in den Produktionsbetrieben und dem Mangel an Fachleuten konfrontiert, sondern auch mit den Reparationsleistungen an die Sowjetunion. Nach 1945 verliert die Industrie in der Sowjetischen Besatzungszone rund 3.500 Betriebe durch Demontage. Die verbleibenden Betriebe werden durch Moskau verwaltet und müssen einen Teil der Erlöse als Wiedergutmachung abführen. Die Sowjetische Besatzungszone und spätere DDR muss bis 1953 Reparationsleistungen in Höhe von 99 Milliarden Mark abführen; die Bundesrepublik hingegen nur 2 Milliarden.

Kybernetik (eine Art altes Modewort für Informatik) ist zunächst eine Spinnerei für Intellektuelle und für das Vorbild Sowjetunion eine modische Pseudowissenschaft. Nur vereinzelt forschen Pioniere an Halbleitertechnik, etwa ab 1951 in Teltow, wo zwei Jahre später die ersten Muster von Transistoren entstehen.



»Die Kybernetik ist die Wissenschaft von Steuerung und Information, gleichgültig, ob es sich um lebende Wesen oder Maschinen handelt. Ich habe diesen Begriff eingeführt, weil diese neue Wissenschaft weder der einen noch der anderen Seite zu sehr folgen soll. Für mich war es wesentlich, einen Begriff zu finden, unter dem man gleichzeitig biologische und mechanische Ideen besprechen kann.«

*Norbert Wiener (1894–1964, US-amerikanischer Begründer der Kybernetik)*

Die Zurückhaltung wechselt Mitte der fünfziger Jahre in eine Aufbruchphase; von innen beflügelt durch die Veröffentlichungen von Georg Klaus, der Kybernetik mit marxistischer Denkweise verbindet; von außen beeinflusst durch technische Pionierleistungen. Verena Witte schreibt 2011 in ihrer Dissertation:

»Mit dem erfolgreichen Start des Sputnik-Satelliten hatte die Sowjetunion vor Augen geführt, welche symbolische Bedeutung wissenschaftliche Höchstleistungen im Kalten Krieg besaßen, um die Überlegenheit des sozialistischen Systems zu demonstrieren. Der damit verbundene wissenschaftliche Fortschritt wurde als Sieg des Sozialismus gefeiert und führte zu einer ideologischen Verknüpfung von wissenschaftlichem und gesellschaftlichem Fortschritt.«

1956 nehmen Pläne langsam Fahrt auf, um Halbleiter für die Mechanisierung und Automatisierung zu verwenden. So soll Teltow Nullserien seiner Transistoren der Industrie zur Erprobung zuführen; RFT soll sich in die Herstellung von Silizium und Germanium einarbeiten und Schaltungstechnik für Transistoren entwickeln.

In den sechziger Jahren wird immer deutlicher, dass Halbleitertechnik nicht nur für den Maschinenbau die Zukunft ist. Regierungschef Walter Ulbricht auf dem VI. Parteitag der SED im Januar 1963:

»Die Anwendung der modernen Rechentechnik in der Volkswirtschaft erfordert die beschleunigte Entwicklung elektronischer Datenverarbeitungsanlagen. Diese Anlagen müssen, sowohl für die Steuerung von Produktionsprozessen, für Berechnungen, als auch für die Mechanisierung

der Planungs- und Abrechnungsarbeiten geeignet sein. Große Bedeutung erlangt die automatische Überwachung, Regelung und Steuerung der Produktionsprozesse auf allen Gebieten der industriellen Produktion in den führenden Zweigen der Volkswirtschaft.«

1964 wird im Rahmen des Perspektivplanes 1964-1970 ein umfassendes »Programm zur Entwicklung, Einführung und Durchsetzung der maschinellen Datenverarbeitung in der DDR« beschlossen. Begünstigt wird die Entwicklung durch das deklarierte *Neue Ökonomische System der Planung und Leitung*, das Betrieben mehr Mitspracherecht und Arbeitern Leistungsanreize gibt. Ergebnis sind unter anderem die Datenverarbeitungsanlage Robotron 300 und die ESER-Kooperation.

Nach einer Euphorie in den sechziger Jahren kühlt die Begeisterung für die neue Technik, die ja auch eine ideologische Perspektive hat, zunächst wieder ab. Es wird befürchtet, die Kybernetik könne im Widerspruch zu marxistischen Lehren stehen, und zur Politik der SED, in der Selbstorganisation abgelehnt wird. Zugleich kommt die Ernüchterung aus der Wirtschaft, in der sich die neu eingeführten und umständlich zu bedienenden Computer nicht als Allheilmittel erweisen.

Die Ära Ulbrichts ist geprägt durch den Leitsatz »*So wie wir heute arbeiten, werden wir morgen leben*«. 1971 übernimmt Erich Honecker die Macht, und das neue Credo ist die *Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik*, die den Wohlstand der Bevölkerung in den Mittelpunkt stellt. Anfang der siebziger Jahre steht in den meisten Haushalten der DDR ein TV-Gerät. Es öffnet ein Schaufenster in den Westen mit seiner bunten Konsumwelt. Denn neben den beiden ostdeutschen TV-Programmen sind auch ARD und ZDF zu empfangen – die Sender sind bewusst so ausgerichtet, dass sie viele Gebiete in der DDR abdecken.

Die überproportionale Förderung der Halbleitertechnik wird eingestellt; der Wohnungsbau und die Produktion von Konsumgütern stehen im Vordergrund. Viele neue Haushaltsgeräte wie Staubsauger und Radios werden entworfen. Häufig dienen Westprodukte als Vorbild für neue Produkte. Das Innenleben wird nachgebaut. Für das Design entsteht 1972 das Amt für Industrielle Formgestaltung. Früchte dieser Politik sind die Pong-Spielkonsole, Schachcomputer und die Heimcomputer.

1976 kommt es zu einem weiteren Sinneswandel. Die stagnierende Mikro-

elektronik gefährdet den Export von Maschinen und elektrotechnischen Geräten, die immer mehr mit Prozessoren und Speicherchips ausgestattet werden. Will sich die DDR als leistungsfähiger Industriestaat und internationaler Handelspartner behaupten, ist die Mikroelektronik der Schlüssel. Das wissen nicht nur die Wirtschaftsfachleute, das haben auch längst die Politiker erkannt. Ein Meilenstein ist die 6. Tagung des Zentralkomitees der SED 1977, der ein Mikroelektronik-Plenum vorangeht. Sie stellt die »beschleunigte Entwicklung, Produktion und Anwendung der Mikroelektronik« in den Mittelpunkt des Fortschritts. In seiner Autobiografie schreibt der Wirtschaftsfunktionär Alexander Schalck-Golodkowski:

»Der technologische Rückstand der DDR musste abgebaut werden – eine schier unlösbare Aufgabe. Aber es gab keine andere Wahl. Denn auf dem Weltmarkt würde es keine Maschinen ohne moderne Elektronik mehr geben, Industrie, Medizin, ja selbst die Landwirtschaft würden auf Dauer darauf angewiesen sein. Der Export von Maschinen war ein Herzstück der DDR-Wirtschaft. Wie sollten wir ohne Mikroelektronik mithalten können?! Wir konnten ja nicht alles importieren. Entweder jetzt eine gigantische Kraftanstrengung, oder unser Ende als Industrienation wäre absehbar.«

Dieses Ziel wird mit dem Einsatz enormer Mittel verfolgt. Dennoch bleibt die DDR um mehrere Jahre hinter dem Weltniveau zurück. Vor allem sind die Produkte zu teuer, und sie lassen sich nicht in den notwendigen Mengen produzieren.

Die Hilfe aus der Sowjetunion bleibt überschaubar – im Gegenteil exportiert die kleine DDR sogar Bürocomputer in das riesige Land des großen Bruders. Der amerikanische Professor Chris Miller schreibt in seinem Buch »Der Chip-Krieg«:

»In der Kohleförderung und Stahlproduktion war die Sowjetunion mengenmäßig nicht zu schlagen. In fast allen anderen Bereichen der komplexen Fertigung wies sie jedoch einen Entwicklungsrückstand auf. Die UdSSR stach durch Quantität hervor, nicht aber durch Qualität oder Reinheit, beides Merkmale, die für die Herstellung von Chips in großen Stückzahlen entscheidend waren.«

Die Schere zwischen Entwicklungskosten und Preisen auf den Weltmärkten ist von Anfang an ein Problem in der DDR. Bereits 1964 erkennt Ernst Gallerach von Carl Zeiss Jena im *Neuen Deutschland*:

»Wir kämpfen um Welthöchststand auch bei den Kosten. Aber es ist erstaunlich, was uns ein solcher Eigenbau dieser Elemente kostet. Die Nachkalkulation eines Präzisionspotentiometers, das wir selbst bauen, zeigt Kosten von 70 DM pro Stück. Auf dem Weltmarkt werden diese für ungefähr 25 DM gehandelt. Das ist kein Wunder, wir sind eben tatsächlich nicht auf solch eine Produktion eingerichtet.«



Die zu hohen Kosten können im Laufe der Jahrzehnte nicht abgebaut werden. Ob Taschenrechner, Heimcomputer, Spielkonsole oder Büro-PCs – alle Geräte kosten in ihrer Produktion erheblich mehr, als man sie auf dem Weltmarkt kaufen kann.

Das bittere Fazit von Werner Jarowinsky, fast zwanzig Jahre Vorsitzender des Ausschusses für Handel und Versorgung, im November 1989 auf der Tagung des Zentralkomitees:

»Wir haben für die Mikroelektronik ausgegeben 14 Milliarden. Jetzt sage ich Euch mal, was das kostet und was die Produkte bringen. In der Presse, in der Öffentlichkeit, in den Medien haben wir dargestellt, wie ungeheuer wichtig das ist für die ganze volkswirtschaftliche Entwicklung und was das in Zukunft noch alles bringen wird, um alle anderen Fragen lösen zu helfen, für Konsumgüter usw. Der Speicherschaltkreis 64 Kilobit, unsere Hauptproduktion gegenwärtig, 8,9 Millionen Stück Produktion, der Betriebspreis 40 Mark, der Weltmarktpreis 1 Mark. 1 Mark bis 1,50 Mark! Der Speicher-

schaltkreis 256 Kilobit, das ist der, der groß angekündigt in die Produktion gegangen ist, der kostet bei uns, reine Kosten, 534 Mark. Der Weltmarktpreis beträgt gegenwärtig 4 bis 5 Valutamark. 4 bis 5 Valutamark, Genossen. Die Stützung allein bei diesem Schaltkreis 517 Mark.«

Heiko Weckbrodt, der als Journalist seit vielen Jahren zur Computer-Geschichte der DDR forscht (und das Buch »Die Innovationspolitik in der DDR 1971-1989« schrieb), kommt mehr als dreißig Jahre später zu einer versöhnlicheren Einschätzung:

»Zu DDR-Zeiten hat sich der immense Entwicklungsaufwand für diesen Speicherchip nicht mehr finanziell oder volkswirtschaftlich ausgezahlt. Und da der Start einer Massenproduktion mit vernünftiger Ausbeute in einer noch zu bauenden Chipfabrik in Erfurt wohl noch Jahre gedauert hätte und der Preisverfall in der Chipindustrie andererseits groß ist, darf man zumindest leise bezweifeln, ob die erhofften Erlöse und Mehrwert-Produkte im Inland und im sozialistischen Ausland überhaupt in überschaubarer Zeit hätten realisiert werden können – selbst wenn die DDR fortbestanden hätte. Zu recht verweisen die damaligen Macher aber auf die Zwänge in der abgeschotteten DDR-Ökonomie: Es sei kein Prestigeprojekt gewesen, wie oft gesagt, sondern eine wirtschaftliche Notwendigkeit für die ostdeutschen Wirtschaft. Wenn beispielsweise die ostdeutschen Maschinenbauer wettbewerbsfähig im Westen bleiben wollten, brauchten sie moderne Computersteuerungen mit schnelleren Prozessoren und mehr Speicher. Und auch wenn DDR-PCs zu rückständig für den Westexport waren, so exportierte doch das DDR-Computerkombinat Robotron seine Rechentechnik recht erfolgreich und profitabel in die Sowjetunion und den gesamten Ostblock – die Robotroner hatten daher durchaus gesteigertes Interesse an den Megabit-Schaltkreisen. Ob die hochintegrierten Speicher in anderen DDR-Betrieben wirklich dringend gebraucht wurden, sei einmal dahingestellt. Außerdem war das Megabit-Vorhaben auch als eine Art technologisches Sprungbrett gedacht: Wer erst mal eine neue Fertigungstechnologie mit den relativ einfach geschalteten Speicherchips beherrscht, kann damit im nächsten Schritt auch bessere Prozessoren und andere komplexe Schaltkreise bauen. Aus der damals im Zentrum Mikroelektronik Dresden und in den Zulieferbetrieben akkumulierten Expertise ging der heutige Mikroelektronik-Standort Silicon Saxony hervor. Insofern führt eine Entwicklungslinie vom DDR-Megabit-

Projekt zur Ansiedlung von AMD und Siemens nach der Wende und zum heutigen Hightech-Cluster in Sachsen und Thüringen.«

## DIE VIER PHASEN DER RECHENTECHNIK DER DDR

I. 1948–1960

Pioniere können ihre Ideen verwirklichen

II. 1958–1971

Aufbruch: Starke Förderung von EDV und Automatisierung

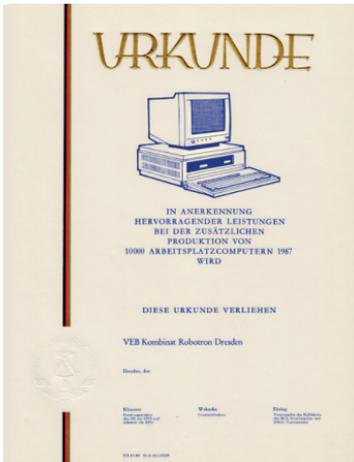
III. 1971–1983

Stagnation in Entwicklung und Anwendung der Rechen-  
technik

IV. 1983–1989

Euphorie: CAD / CAM / CIM

*[nach Gerhard Merkel]*



## KOMBINATE IN DER DDR

Nach 1945 werden alle größeren Betriebe verstaatlicht oder mit staatlicher Beteiligung weitergeführt. 1972 kommt es zur zweiten Welle, bei der alle Betriebe mit mehr als zehn Mitarbeitern verstaatlicht werden. 1987 gibt es nur noch 2.000 private mittelständige Betriebe, zumeist Handwerker.

Die Volkseigenen Betriebe (VEB) werden zunächst in Vereinigungen (VVB) zusammengefasst und von diesen geleitet. Daraus entstehen ab Ende der sechziger Jahre Konzerne, die in der DDR Kombinate genannt werden.

So wird Robotron am 1. April 1969 mit zunächst zwölf Betrieben und 17.000 Beschäftigten gegründet. Zwanzig Jahre später ist Robotron ein riesiges Unternehmen, das 68.000 Mitarbeiter beschäftigt und 12,8 Milliarden Mark umsetzt. Neben Robotron sind eine Reihe weiterer Kombinate mit unzähligen Betrieben mit der Entwicklung von Computern, Bauteilen und Zubehör beschäftigt.

Beispielsweise werden Transistoren und Schaltkreise wie Taschenrechner-Chips im VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) gefertigt; der Prozessor U 880 sowie Taschenrechner und Kleincomputer selbst im VEB Mikroelektronik »Wilhelm Pieck« Mühlhausen. Beide Betriebe gehören zum Kombinat VEB Mikroelektronik Erfurt. Frankfurt, Mühlhausen, Erfurt. Ein Kombinat hat in der Regel einen Stammbetrieb; in diesem Fall den VEB Mikroelektronik »Karl Marx« Erfurt.

Der Generaldirektor eines Kombinats hat erhebliche Verfügungsrechte und leitet die Direktoren der einzelnen Betriebe, ist aber einem Ministerium unterstellt.

Oberster Lenker der Wirtschaft der DDR ist Günter Mittag, der in einem kleinen Zirkel um Erich Honecker viele Entscheidungen trifft. Die Computer-Betriebe sind dem Ministerium für Elektrotechnik und Elektronik zugeordnet. Es wird 1965 gegründet und bis 1982 durch Otfried Steger, ab 1982 durch Felix Meier geleitet.

Karl Nendel, seit 1967 Staatssekretär (= erster Stellvertreter des Ministers), übernimmt 1985 im Ministerium als Regierungsbeauftragter den Teilbereich Hochtechnologien mit Mikroelektronik. Gerhardt Ronneberger, Mitarbeiter des Bereichs Kommerzielle Koordinierung beim Ministerium für Außenhandel, schreibt in seiner Autobiografie:

»Das war keine Funktion, die nur auf dem Papier stand. Vielmehr erhielt er weitgehende Vollmachten, insbesondere gegenüber anderen Fachministerien und Staatsorganen, um die Wirtschaftspolitik der SED auf dem Gebiet der Mikroelektronik wirksam durchzusetzen. [...] Tatkräftig sekundiert wurde er dabei von keinen Geringeren als Mittag und Schalck. Bei Entscheidungen ersparte schon das allein lange Umwege sowie zeit- und kraftraubende Erklärungen. Im Gegensatz zu seinem Minister Meier war Karl Nendel nicht der Typ eines ›Parteiarbeiters‹ oder Staatsfunktionärs, sondern durch und durch ein fähiger Elektronikfachmann.«

Die DDR hat, wie die anderen sozialistischen Länder, eine zentralisierte Planwirtschaft. Die Staatliche Plankommission arbeitet Fünfjahrpläne aus, die auf den Forderungen von Abnehmerindustrie, Handel und Export beruhen, und die durch Jahrespläne verfeinert werden. Sie haben Gesetzeskraft; Verstöße können zu disziplinarischen Strafen führen, wie Abberufungen. Mit anderen Ländern des Ostblocks, die im Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe RGW zusammengeschlossen sind, gibt es zu bestimmten Warengruppen bi- und multilaterale Abkommen, die die Zusammenarbeit und Spezialisierung regeln.

Die Kombinate produzieren nicht flexibel nach Bedarf, sondern gehen langfristigen Plänen nach. Und häufig gibt es keine »realen« Preise – die werden vom Amt für Preise zentral festgelegt.

## COMPUTER-KOMBINATE DER DDR

### **VEB Mikroelektronik Erfurt**

- Generaldirektor: Heinz Wedler (1978–89)
- Produkte: Transistoren, Mikroprozessoren U 808, U 880 und U 8000, Taschenrechner, Kleincomputer KC 85/2 bis 4, KC compact, 32-Bit-Chip als Muster, Lerncomputer LC 80, Schachcomputer
- 60.000 Mitarbeiter

### **VEB Kombinat Robotron**

- Generaldirektor: Siegfried Zugehör (1969–73), Wolfgang Sieber (1973–82), Friedrich Wokurka (1982–90)
- Produkte: R 300, ESER-Rechner, Bürocomputer wie A 5120, PC 1715, A 7100/7150, EC 1834, Bildungscomputer A 5105
- 68.000 Mitarbeiter

### **VEB Carl Zeiss Jena**

- Generaldirektor: Wolfgang Biermann (1975–89)
- Produkte: Oprema, ZRAL, Speicherchip- und ASIC-Entwicklung, Entwicklung und Pilotproduktion des 1-Megabit-Chips, optische Systeme, technologische Spezialausrüstungen (TSA) für die Halbleiter-Industrie in Dresden
- 63.000 Mitarbeiter

### **VEB Keramische Werke Hermsdorf**

- Generaldirektor: Waldemar Schilling (1969–76), Manfred Schneider (1977–89), Andreas Montag (1989)
- Produkte: Kondensatoren, Widerstände, Gehäuse für integrierte Schaltkreise, Speicherschaltkreise

### **VEB Elektronische Bauelemente Teltow**

- Generaldirektor: Wolfgang Lungershausen (1978–90)
- Produkte: Transistoren, Kondensatoren, Leiterplatten, Entwicklungscomputer MC 80

### **VEB Werkzeugmaschinenkombinat »Fritz Heckert« Karl-Marx-Stadt**

- Generaldirektor: Rudolf Winter (1970–90)
- Produkte: CNC-Steuerungen für Maschinen, Steuerungen für Industrie-Roboter

### **VEB Kombinat Elektro-Apparate-Werke Berlin-Treptow**

- Generaldirektor: Wolfgang Böhme (–1980), Wolfgang Jacob (1980–89)
- Produkte: Computer P 8000 und GDS 6000, Maschinensteuerungen
- 30.000 Mitarbeiter



VEB Robotron-  
Elektronik Riesa

# DAS HIGHTECH-EMBARGO UND SEINE FOLGEN

Die Welt ist in einen Ostblock und einen Westblock geteilt, an der deutsch-deutschen Grenze stoßen sie aneinander. Bereits ab 1947 schränken die USA den Handel mit der Sowjetunion ein. Der Kalte Krieg beginnt.

Eines der Instrumente des Westens ist das Verbot, Hochtechnologie in Ländern einzuführen, die unter dem Einfluss der Sowjetunion und von China stehen: vor allem Waffen, Kernforschung und Mikroelektronik, aber auch Schwerindustrie und Maschinenbau. Führende Nationen – die USA mit den meisten anderen NATO-Staaten, Japan und Australien – gründen dazu einen Ausschuss, das Coordinating Committee on Multilateral Export Controls, kurz CoCom. Es nimmt am 1. Januar 1950 seine Arbeit auf.

Grundlage ist eine umfangreiche Liste mit strategisch wichtigen Technologien und Waren. Sie wird regelmäßig aktualisiert. Ältere Technik, die der Ostblock selbst produzieren kann, wird gestrichen und unterliegt nicht mehr dem Embargo; Neues wird aufgenommen: Deswegen können 8-Bit-Computer wie der Commodore 64 ohne Probleme ausgeführt werden; 16/32-Bit-Geräte wie der Amiga aber nicht.

Das Embargo ist eine Vereinbarung ohne rechtliche Bindung. Dennoch halten sich die meisten westlichen Unternehmen daran, da sie Sanktionen befürchten.

Das Exportverbot ist sehr effektiv und erweist sich zugleich als Auftrieb und als Hemmschuh der Mikroelektronik in der DDR. Da weder Fertigungsanlagen, noch fertige Chips, noch komplette Rechner importiert werden dürfen und die anderen Länder des RGW vor dem gleichen Problem stehen, bleibt der DDR nichts anderes übrig, als selbst in die Entwicklung von Anlagen und die Produktion von Computern zu investieren. Dennoch ist sie auf Embargo-Ware angewiesen, etwa auf leistungsfähige Rechner für spezielle Aufgaben und Fertigungsanlagen für Halbleitertechnik. Finanziert werden diese Geschäfte durch die KoKo.

## KOKO – KOMMERZIELLE KOORDINIERUNG

1966 entsteht unter der Leitung von Alexander Schalck-Golodkowski der Bereich Kommerzielle Koordinierung, kurz KoKo. Er soll außerhalb des Staatsplans Valuta, also harte Währung, erwirtschaften. Dazu werden zahlreiche Firmen gegründet und Aktivitäten entfaltet, darunter:

- Betrieb der Intershop-Ladengeschäfte und des Genex-Versandhandels
- Export von Kulturgütern wie Gemälde, Möbel, Porzellan und Münzen aus Museen und Privatbesitz gegen Devisen
- Verkauf von Waffen in den Nahen Osten, nach Afrika und nach Südamerika
- Freikäufe von politischen Häftlingen aus DDR-Gefängnissen an die BRD
- Vermittlung von Übernachtungen und Eintrittskarten an westdeutsche Touristen

KoKo wächst zu einem Imperium, das 3.000 Mitarbeiter beschäftigt und bis zum Ende der DDR 25 Milliarden Valutamark einnimmt. Die Einnahmen werden verwendet, um Konsumgüter wie Jeans, Schuhe, Südfrüchte sowie Rohstoffe und spezielle Maschinen zu importieren oder Auftritte westlicher Künstler zu finanzieren. Eine große Investition ist etwa 1981 der Kauf von 10.000 PKW der Marke Mazda aus Japan.

## EMBARGO-GESCHÄFTE

Die KoKo-Gelder kommen in besonderem Maß auch der Mikroelektronik zugute, durch den Kauf von PCs, Fertigungstechnologien und Westliteratur. So wird das Rechenzentrum des Ministeriums für Bauwesen bereits in den sechziger Jahren mit einer IBM-Anlage ausgestattet; schon 1969 beschreibt *DER SPIEGEL*, wie »die Geheimnisse der westdeutschen Wirtschaft in Ost-Berlin auf westdeutschen Computern entschlüsselt« werden.

Benötigt ein Kombinat oder eine Forschungseinrichtung Technologie, die dem Embargo unterliegt (oder die Devisen in größerem Umfang benötigt), wird Kontakt mit dem zuständigen Ministerium aufgenommen. Es prüft und leitet bei einem positiven Bescheid das Anliegen an die KoKo weiter. Die KoKo sucht einen Lieferanten im Westen und nimmt über eine ihrer Vertreterfirmen Kontakt auf.

Den Lieferanten ist oft bekannt, dass das eigentliche Ziel die DDR ist – und sie lassen sich das höhere Risiko gut bezahlen. Und viele Glieder der Kette verdienen mit. Denn die Zustellung erfolgt nicht selten über mehrere Stationen in der ganzen Welt, mit gefälschten Lieferpapieren, bis an einen Zwischenhändler in Drittstaaten wie die Schweiz oder Österreich. Dort werden teilweise von den Artikeln Beschriftungen entfernt, um ihre Herkunft zu verschleiern. Manchmal sind Lieferungen nach Westberlin oder skandinavische Länder wie Norwegen adressiert, gehen aber auf dem Landweg über die DDR »verloren«.

In einem Fall etwa wird über einen österreichischen Mittelsmann ein Gamma-Spektrometer aus den USA bestellt, auf dem Flughafen Wien in einen Wohnwagen umgeladen und in die Tschechoslowakei gefahren. Dort wird es auf einem Waldweg nachts an die Stasi übergeben, wo es noch vor Ort von Wissenschaftlern auf seine Funktionstüchtigkeit überprüft wird. Die Belohnung für die Vermittlung: 600.000 Schilling, das Mehrfache eines Jahresverdienstes.

#### DIE ROLLE DER STAATSSICHERHEIT

Unter den rund 20 Abteilungen des Ministeriums für Staatssicherheit gibt es auch die sogenannte »Hauptverwaltung zur Absicherung der Volkswirtschaft«, die mit »effektivitäts- und leistungsfördernden Maßnahmen« die Wirtschaft unterstützen soll. Im Falle der Mikroelektronik heißt das: Die Stasi fördert die Entwicklung von Hochtechnologien, indem sie auf abenteuerliche Weise Unterlagen, Bauelemente und fertige Maschinen besorgt und in die DDR holt. Oft spricht sie dabei Mitarbeiter gezielt an und überredet sie gegen Bezahlung zur Spionage. Sie arbeitet dabei eng mit der KoKo zusammen, die Auslandsfirmen unterhält und Käufe finanziert.

Gleichzeitig bremst sie die Entwicklung aus: durch überzogene Sicherheitsanforderungen, durch das Behindern des so wichtigen Austausches mit Wissenschaftlern anderer Staaten; und vor allem nimmt sie Einfluss auf die Kaderpolitik: nur politisch zuverlässige Mitarbeiter sollen auf Schlüsselpositionen gelangen.

## EXPORTE INS AUSLAND

Es wäre zu kurz gegriffen, die Mikroelektronik der DDR nur mit den Begriffen »veraltet« und »übersteuert« zu versehen. Robotron etwa macht knapp die Hälfte seines Milliarden-Umsatzes mit Exporten in mehr als sechzig Länder. Das Kombinat unterhält Vertriebsbüros auf der ganzen Welt und präsentiert sich auf internationalen Messen und Ausstellungen; etwa der Hannover-Messe (von der sich 1986 die CeBIT abspaltet). Vor allem in die Sowjetunion und die Tschechoslowakei gehen Großrechner, Buchungsmaschinen, Personal Computer und Komplettlösungen beispielsweise für Hotels und Banken. Damit werden hohe Gewinne erzielt.

Begehrter ist freilich der Westen: Aus ökonomischer Sicht rechnet sich zwar der Export nicht, doch er spült die so begehrte harte Währung in die Kassen. Mit den Kampfpreisen für Computer kann die DDR freilich nicht mithalten. Sie exportiert vor allem Taschenrechner, Drucker und Fernseher, die auch in den Katalogen von Quelle und Neckermann angeboten werden. Unter anderen Namen: Technik aus der DDR ist besser als ihr Ruf. Ein Verkaufschlager sind Schreibmaschinen. Allein 600.000 Schreibmaschinen werden in die Bundesrepublik geliefert, 300.000 nach Frankreich und Benelux. Im arabischen Raum ist die DDR mit erst mechanischen, später elektrischen Schreibmaschinen Marktführer. Die Erika 3004 erhält sogar 1989 von der Stiftung Warentest das Siegel »gut«.

Bildnachweis:

Stadtmuseum Zella-Mehlis (12, 45, 46); Horst Siegert (26);  
Archiv Jens Knobloch (35); ZEISS Archiv (36, 43); Andreas Richter (47);  
ITZ Uni Halle (50 oben links und Mitte);  
Stadtarchiv Leipzig, Dagmar Agsten / StadtAL 0563, Nr. 18573 (57 unten);  
TU Dresden, UA, IHD-Foto Nr. 1642 / Werbefoto Robotron (62);  
TU Dresden, UA, IHD-Foto Nr. 1624 (65); TU Dresden, UA, IHD-Foto Nr. 1620 (66);  
National Polytechnic Museum Sofia (74); Hans Wollny (102);  
UAL UZ 068-1 (143); Leipziger Messe (189); Silvio Laute (216);  
Bundesarchiv, Bild 183-1987-0107-016 (281 oben) und Archiv des Autors

Nicht in allen Fällen konnten wir die Urheber der Fotos ermitteln. Berechtigte Honoraransprüche bleiben gewahrt.

Das Neue Berlin – eine Marke der Eulenspiegel Verlagsgruppe Buchverlage GmbH

ISBN 978-3-360-02761-0

© 2024 Eulenspiegel Verlagsgruppe Buchverlage GmbH, Berlin

Alle Rechte der Verbreitung vorbehalten.

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, dieses Werk oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg zu vervielfältigen oder in Datenbanken aufzunehmen.

Satz: maydia.art – M. Krasse

Umschlaggestaltung: Verlag, unter Verwendung eines Fotos von der »Leipziger Messe«, abgebildet ist ein Übungsplatz »Elektronische Rechen-technik« mit einem Robotron Z 9001 auf der Leipziger Herbstmesse 1985  
Druck und Bindung: buchdruckerei.de, Berlin

[www.eulenspiegel.com](http://www.eulenspiegel.com)