



## Die DDR-Halbleiterindustrie

Zu groß für ein kleines Land? <sup>1</sup>

von

Jörg Berkner

**Anfang der 50er Jahre wurde im Werk für Bauelemente der Nachrichtentechnik in Teltow mit den ersten Forschungen in der DDR zu Halbleiterbauelementen begonnen. Die Entwicklung der DDR-Halbleiterindustrie führte in den folgenden Jahrzehnten über solch wichtige Meilensteine wie die Gründung des Halbleiterwerkes in Frankfurt (Oder) (1959), den Aufbau des Instituts für Halbleitertechnik in Stahnsdorf (1960) und der Arbeitsstelle für Molekularelektronik in Dresden (1961), die Bildung des Kombines Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) (1969) und des Kombines Mikroelektronik Erfurt (1978) bis hin zu den medienwirksam präsentierten ersten Mustern des 1 Mbit-Speichers im Jahre 1988.**

Der Startschuss für den Aufbau des neuen Industriezweiges fiel 1951 in Teltow bei Berlin. In diesem Jahr wurden erste Forschungsarbeiten zu Halbleitern im Werk für Bauelemente der Nachrichtentechnik (WBN) durchgeführt. 1952 übernahm der aus der Sowjetunion zurückgekehrte Wissenschaftler Dr. Matthias Falter die WBN-Forschungsabteilung und schon 1953 konnten die ersten Muster von Spitzentransistoren hergestellt werden. Das war zeitlich noch etwa vergleichbar mit der Entwicklung in Westdeutschland, wo bei Siemens Anfang April 1952 der Beschluss zur Gründung einer Halbleiterfabrik gefällt wurde. Kurz danach, im

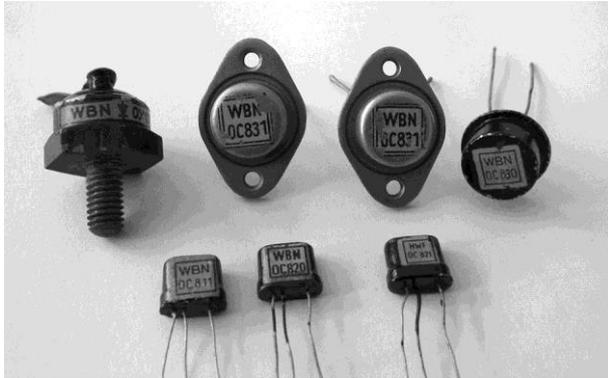
---

<sup>1</sup> Dieser Artikel ist im April 2015 anlässlich „50 Jahre Zeitschrift Elektronik Journal“ im Elektronik Journal erschienen

(<http://www.all-electronics.de/die-halbleiterindustrie-in-der-ddr/>),

Titelbild: Halbleiterwerk Frankfurt (Oder), Verwaltungsgebäude (Werkfoto)

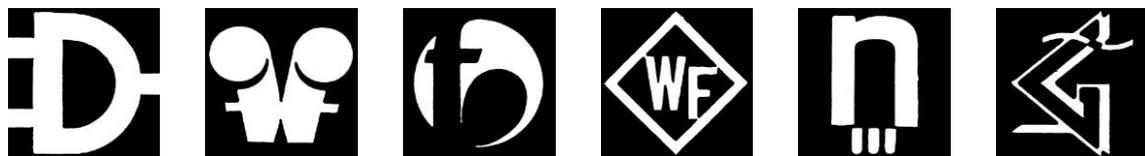
Mai 1952, fand in den USA das berühmte Symposium der Bell-Laboratorien statt, auf dem die seit der Erfindung des Transistors Ende 1947 gesammelten Erkenntnisse bei der Herstellung von Punktkontakttransistoren einem internationalen Teilnehmerkreis vorgestellt wurden. Durch die Ergebnisse des Symposiums bestärkt, begann man bei Siemens ab 1955 mit dem Bau einer neuen Fabrik in der Münchener Balanstraße.



*Die ersten DDR-Transistoren kamen aus dem Werk für Bauelemente der Nachrichtentechnik „Carl von Ossietzky“ Teltow (WBN), v.l.n.r. oben: Diode OY120 und Leistungstransistoren OC831, 830, unten: NF-Transistoren OC811, 820 und 821 (Foto Jörg Berkner)*

Auch in der DDR hatten Wissenschaftler wie Matthias Falter in Teltow und Werner Hartmann in Dresden die enorme Bedeutung der neuen Halbleitertechnologie erkannt. Aber erst im 1956 beginnenden Fünfjahrplan wurde durch die Wirtschaftsplaner die „Aufnahme der Serienproduktion von Kristalldioden und Transistoren“<sup>2</sup> als strategisches Ziel festgelegt. Allerdings waren die Bedingungen für den Aufbau einer Halbleiterindustrie in der DDR nicht die besten. Hemmende Faktoren waren vor allem die im Osten besonders umfangreichen Reparaturen und Demontagen<sup>3</sup>, das Wirtschaftsembargo der westlichen Länder (COCOM) und die schlecht funktionierende Arbeitsteilung im Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW). Durch die deutsche Teilung wurden darüber hinaus die traditionellen Wirtschaftsbeziehungen zwischen Ost und West zerschnitten. Daher musste die verbliebene Investitionskraft in der SBZ und der späteren DDR zunächst auf den Aufbau der Basisindustrien (Energie, Chemie, Stahl) konzentriert werden. Bildlich gesprochen fehlten die Steine, die im damaligen StalinStadt beim Aufbau des Eisenhüttenkombinates vermauert wurden, für den Aufbau des neuen Halbleiterwerkes in Frankfurt (Oder).

Die wichtigsten Halbleiter herstellenden Betriebe der DDR befanden sich in Dresden (AMD/ZFTM), Erfurt (FWE), Frankfurt(Oder) (HFO), Berlin (WF), Großräschen (GWG), Neuhaus (RWN) und Stahnsdorf (GWS).



#### *Logos von DDR-Halbleiterbetrieben*

Darüber hinaus gab es zahlreiche Zulieferbetriebe für technologische Spezialausrüstungen und Halbleitermaterialien, wie z.B. die Betriebe Spurenmetalle Freiberg (Germanium- und Silizium-Scheiben), Isolierwerke Zehdenick (Trägerstreifen), Elektroglass Ilmenau (Gehäuse) und Elektromat Dresden (technologische Ausrüstungen). Um den wissenschaftlichen Vorlauf

<sup>2</sup> Schwärzel, Renate: „Die Entwicklung des Industriezweiges Bauelemente und Vakuumtechnik“ [3], S.163

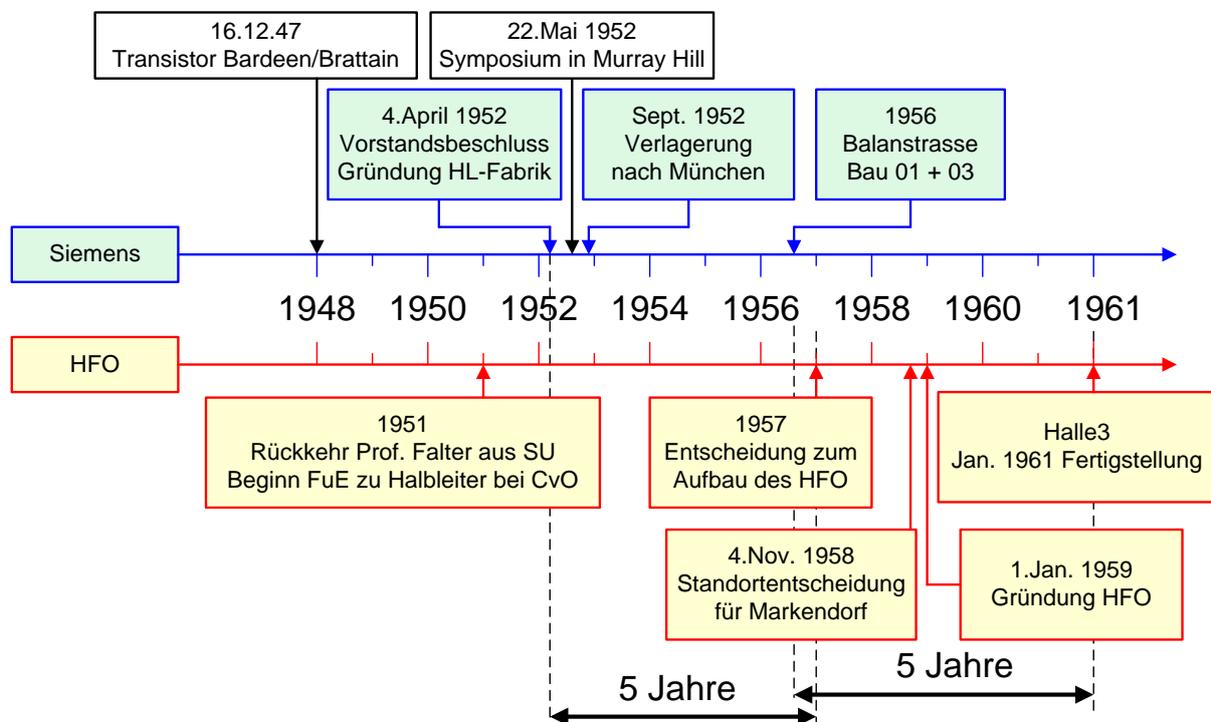
<sup>3</sup> Die Kapazitätsverluste der Industrie durch Demontagen, gemessen am Stand von 1944, betragen 3% für die westlichen Besatzungszonen und 30% für die sowjetische Besatzungszone. Die Reparationsleistungen der SBZ für die Sowjetunion 14 Mrd. \$ (Preise von 1938), vgl. Karlsch: „Allein bezahlt?“ [1], S. 231, 233, 290

für die Halbleiterindustrie zu schaffen wurden Institute gegründet, dazu zählen das 1960 gebildete Institut für Halbleitertechnik in Stahnsdorf (IHT, Leitung Prof. Matthias Falter), die Arbeitsstelle für Molekularelektronik in Dresden (AME, 1961, Leitung Prof. Werner Hartmann) und das Institut für Halbleiterphysik in Frankfurt (Oder) (IHP, 1983).<sup>4</sup>

### Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) (HFO)

Das Halbleiterwerk in Frankfurt(Oder) war zunächst als Produktionsstandort für die in Teltow entwickelten Transistoren gedacht, aber bald wurden dort auch eigene Entwicklungskapazitäten aufgebaut. Die Halbleiterproduktion begann im Jahr 1958 in einer ehemaligen Berufsschule. Erst Anfang 1961 konnte die erste neuerbaute Produktionshalle im Frankfurter Ortsteil Markendorf in Betrieb genommen werden.

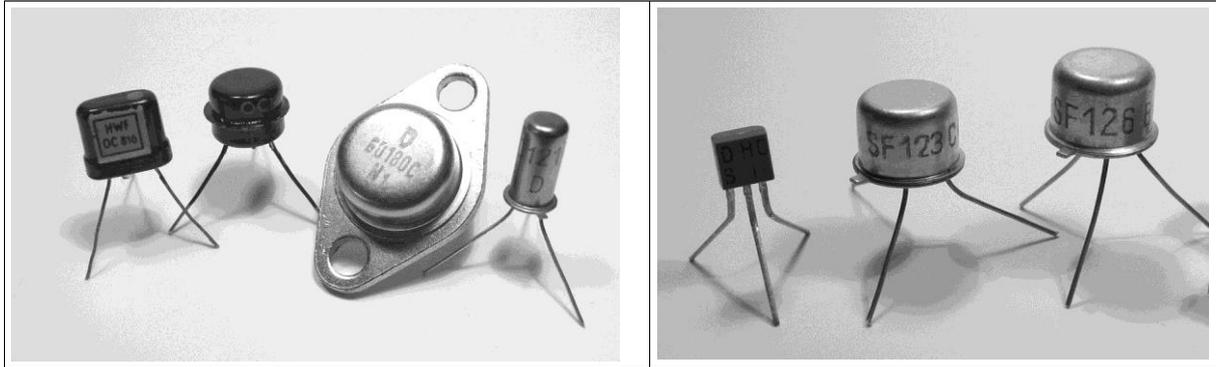
Wie die nachfolgende Darstellung verdeutlicht, hatte sich damit in der Aufbauphase für das HFO im Vergleich zum Siemens-Halbleiterwerk HaF ein Rückstand von etwa fünf Jahren ergeben.



*Vergleich der Aufbauphase von Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) und Siemens Halbleiterfabrik bis 1961. Die Entscheidung für die Siemens-Halbleiterfabrik fiel 1952, die für das HFO 1957. Das erste Produktionsgebäude in der Balanstraße wurde 1956 fertig gestellt, die erste Halle des HFO Anfang 1961. Gemessen an diesen Meilensteinen betrug der Rückstand etwa 5 Jahre.*

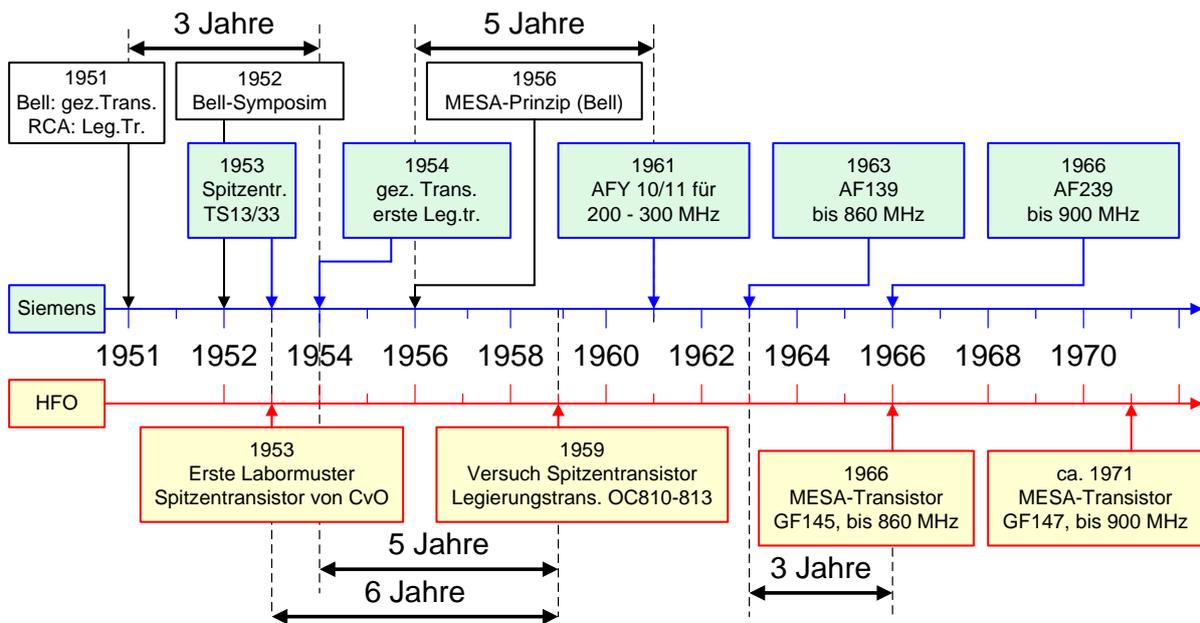
In Frankfurt (Oder) begann man zunächst mit der Herstellung von Legierungstransistoren, dann folgten MESA- und ab 1967 Silizium-Planartransistoren. Nach Überwindung der anfänglich großen Ausbeuteprobleme stiegen die Produktionszahlen kontinuierlich an.

<sup>4</sup> Die verwendeten Abkürzungen änderten sich z.T. im Laufe der Jahre durch Reorganisationen.



Links: HFO-Germanium-Transistoren aus den 60er Jahren, OC816, OC825, GD180 und GC121, Rechts: HFO-Silizium-Transistoren: Miniplast, SF123, SF126 (Foto J.Berkner)

Vergleicht man nun das Erscheinungsjahr des Siemens-MESA-Transistors AF139 mit dem des vergleichbaren HFO-MESA-Transistors GF145, so beträgt der Rückstand ca. 3 Jahre. Beim AF239 und GF147 sind es etwa 5 Jahre. Diese nur beispielhaften Vergleiche zeigen, dass der schon in der Aufbauphase entstandene Rückstand weiterhin bei etwa 5 Jahren lag – ein Zeitraum, der in der schnelllebigen Halbleiterindustrie nur schwer aufzuholen war.



Meilensteine bei der Entwicklung von Spitzen-, Legierungs- und MESA-Transistor im HFO und bei Siemens. Beim Legierungstransistor betrug der Rückstand etwa 5 Jahre, beim MESA-Transistor lag er zwischen 3 und 5 Jahren.

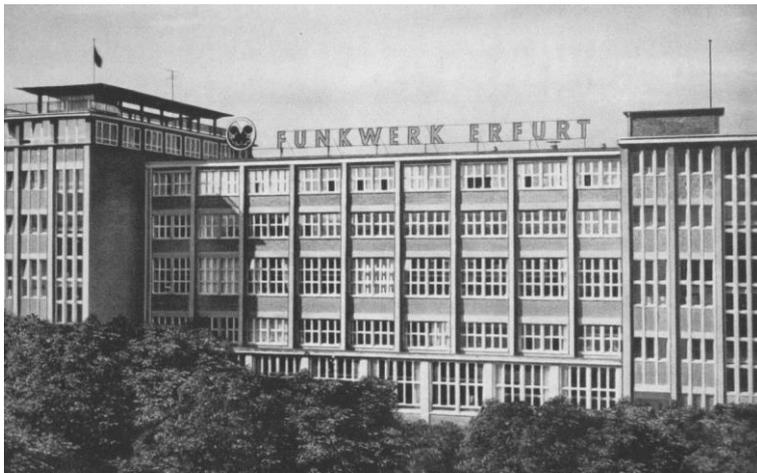
Ende der 60er Jahre wurde die Organisation der DDR-Volkswirtschaft grundlegend geändert um eine „Neue Ökonomische Politik“ zu etablieren, die den Betrieben mehr Eigenständigkeit erlauben sollte. Die bisherigen Industrievereinigungen (VVB) wurden zu Kombinat umorganisiert. Aus diesem Grund wurde das Halbleiterwerk in Frankfurt (Oder) 1969 zum Leitbetrieb für das gleichnamige Kombinat.

Der nächste große technologische Schritt folgte 1971 mit dem Beginn der Herstellung von integrierten Schaltungen. Der erste IC, die TTL-Schaltung D100, war dabei noch von der Dresdener Arbeitsstelle für Mikroelektronik (AMD) entwickelt worden. Als erster analoger IC folgte Mitte der 70er Jahre ein internationaler Standardtyp, der Operationsverstärker A109. In den folgenden Jahrzehnten wurden im HFO neue Fertigungslinien aufgebaut um die steigende

Nachfrage zu bedienen. 1989 lieferte das Werk 110 Mio. IC's (70 % der DDR-Produktion) sowie 9,7 Mio. Transistoren und 150 Mio. Transistorchips (95 % der DDR-Produktion).

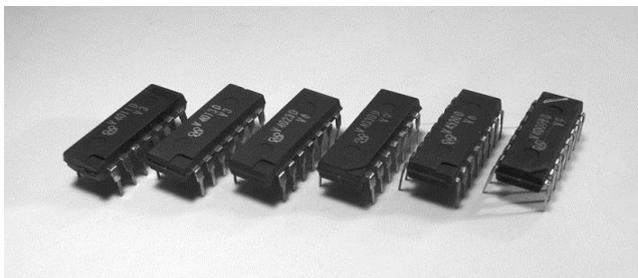
### **Funkwerk Erfurt (FWE)**

Während in Frankfurt (Oder) die Herstellung von bipolaren Bauelementen konzentriert wurde, übernahm das Funkwerk Erfurt (FWE) diese Rolle für unipolare Transistoren und Schaltkreise. Entstanden aus einem ehemaligen Telefunken-Betrieb, war das FWE in den 50er und 60er Jahren nach dem WF in Berlin der zweitgrößte DDR-Hersteller von Röhren. 1966 begann dann die Produktion von Halbleiterbauelementen mit der Herstellung von Dioden. Erste unipolare Schaltkreise folgten ab 1971, zeitgleich mit den ersten TTL-Schaltungen aus dem HFO. Das Jahr 1971 kennzeichnet daher den Beginn der Ära der Herstellung von integrierten Schaltkreisen in der DDR.



*Funkwerk Erfurt in den 60er Jahren<sup>5</sup>*

Die Produktion von unipolaren Schaltkreisen begann in Erfurt mit fünf Logik-Bauelementen (U101-U105). In den folgenden Jahren kamen weitere IC's hinzu, darunter Uhrenschaltkreise, Schaltkreise für Herzschrittmacher, Gate-Arrays, Speicherschaltkreise und Mikroprozessoren. Der erste DDR-Mikroprozessor U808 wurde in Erfurt ab 1978 in einer 10- $\mu$ m-n-Silicon-Gate-Technologie hergestellt. 1980 folgte der U880, dessen Vorbildtyp der Zilog Z80 war.<sup>6</sup> 1981 wurde die Produktion einer neuen Reihe von CMOS-Logik-Bauelementen begonnen, der U4000-Reihe.



*Bauelemente der CMOS-Logikreihe V4000 aus dem Funkwerk Erfurt (FWE): V4011, V4013, V4023, V4030, V4520 und V40098 (Foto Jörg Berkner)*

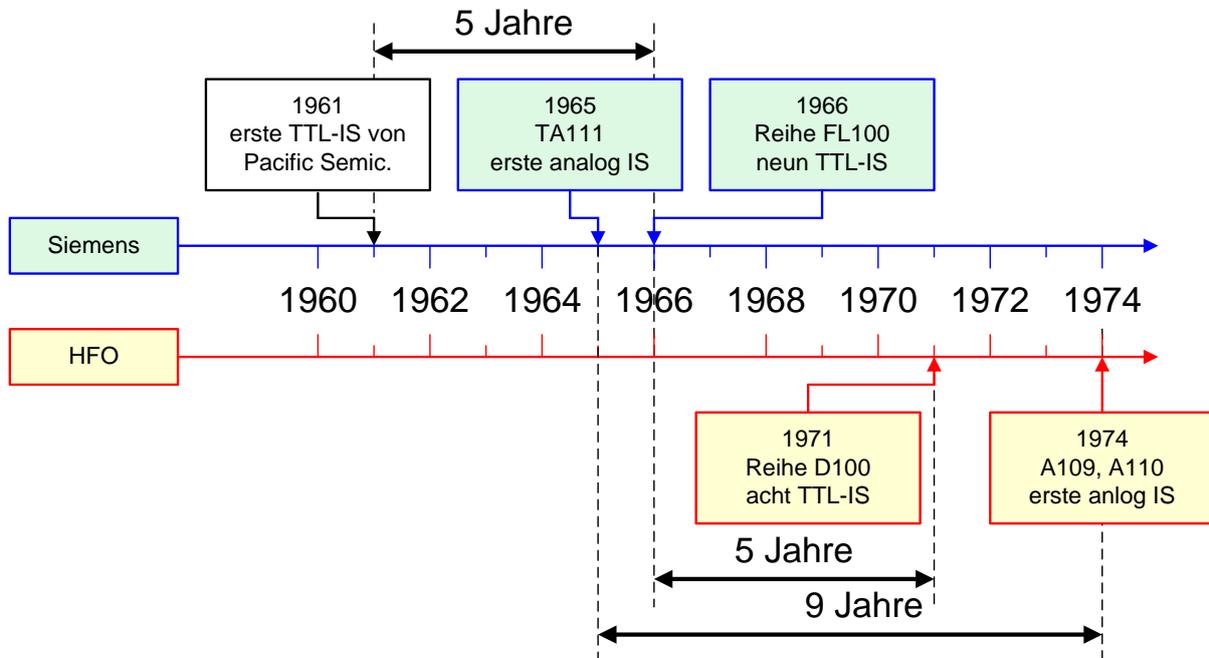
In Erfurt wurden 80 % der unipolaren Schaltkreise der DDR hergestellt, die Mikroprozessoren inbegriffen. 1989 waren das etwa 35 Millionen Schaltkreise.

<sup>5</sup> Bild aus Broschüre „Funkwerk Erfurt – 20 Jahre DDR, 1969

<sup>6</sup> vgl. Wenzel: „Ein Beitrag zur Geschichte der Mikroelektronik ...“ [13], Radke: „Leipziger Frühjahrsmesse 1969“ und „Leipziger Frühjahrsmesse 1971“ [11] sowie Salomon: „Die Geschichte der Mikroelektronik-Halbleiterindustrie der DDR“ [12]

## Der Rückstand hat sich vergrößert

Verglichen mit dem internationalen Stand begann die Ära der integrierten Schaltungen in der DDR im Jahr 1971 sehr spät. In den USA hatte die IC-Produktion schon 1960 begonnen. Selbst die CSSR hatte hier mit der Vorstellung von sechs Logik- und fünf Analogschaltungen auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1969 einen deutlichen Vorsprung vor der DDR.<sup>7</sup> Wie die folgende Grafik an zwei Beispielen verdeutlicht, hatte sich der Rückstand Anfang der 70er Jahre im Vergleich zur Transistorentwicklung eher erhöht als verringert.<sup>8</sup>



*Meilensteine bei der Entwicklung von integrierten Schaltungen im HFO und bei Siemens. Bei den TTL-Schaltkreisen bestand ein Rückstand von 5 Jahren zu Siemens und von 10 Jahren zur USA. Bei den ersten analogen Schaltungen war der Rückstand noch größer – 9 Jahre im Vergleich zu Siemens.*

Dieser Rückstand war auch auf eine falsche Richtungsentscheidung in den 60er Jahren zurückzuführen. Denn der Schwerpunkt der Entwicklung wurde damals nicht auf die integrierten Schaltungen, sondern auf die Dünnschicht-Hybridtechnik gelegt. Diese wurde in einem Artikel von 1965 klar favorisiert: „Auf Grund der Entwicklungstendenzen ist abzuschätzen, dass die Dünnschichttechnik neben den Festkörperschaltungen in den nächsten Jahren die Entwicklung der Elektronik beherrschen wird.“<sup>9</sup>

Im Juni 1977 fand endlich ein Kurswechsel statt. Das SED-Zentralkomitee beschloss eine forcierte Entwicklung der Mikroelektronik. Eine unmittelbare Folge war eine Reorganisation der wichtigsten Mikroelektronikbetriebe, die nun ab 1978 im Kombinat Mikroelektronik Erfurt (KME) zusammengefasst wurden.<sup>10</sup>

<sup>7</sup> Radke: Leipziger Frühjahrsmesse: Halbleiter Bauelemente [11]

<sup>8</sup> Der Vergleich zeigt nur zwei beispielhaft ausgewählte Produktkategorien und ist insofern unvollständig. Für einen umfassenden Vergleich müssen auch Mikroprozessoren und Speicher sowie technologische Kenngrößen, wie Waferdurchmesser, Waferkapazität usw. herangezogen werden. Vgl. dazu: Berkner, Jörg: „Halbleiter aus Frankfurt“ [2], S. 25, Falter, Bernd: „Die technologische Lücke“ [5] und Landgraf-Dietz, Dieter: „Vom Kilobit- zum Megabitspeicher“ [6]

<sup>9</sup> Krahl et.al.: „Mikroelektronik auf der Basis der Dünnschichttechnik“ [8], S.290

<sup>10</sup> Zur DDR-Mikroelektronik gehörten aber noch weitere Kombinate: Carl Zeiss Jena (Ausrüstungen), Keramische Werke Hermsdorf (Hybrid-IS) und Elektronische Bauelemente Teltow (passive Bauelemente).

Dabei standen die Standorte Dresden und Erfurt im Zentrum der Mikroelektronikstrategie der DDR der 80er Jahre. Sie erhielten den überwiegenden Teil der Investitionen. In Erfurt wurden ab Mitte der 80er Jahre neue Chip-Fabriken gebaut, so Erfurt Süd-Ost I (ESO I) im Jahr 1984 und ESO II im Jahr 1988. Die in ESO I realisierbare Strukturbreite lag bei 3  $\mu\text{m}$ , der Scheibendurchmesser bei 4 Zoll und die Kapazität bei 600 Scheiben pro Tag. ESO II erreichte ein Technologieniveau von 2,5  $\mu\text{m}$  und ebenfalls eine Kapazität von 600 Scheiben / Tag. 1990 folgte die dritte Fabrik (ESO III) mit einem Technologieniveau von 1,5  $\mu\text{m}$  und einer 5-Zoll-Linie.<sup>11</sup> Die Erfurter Standorte hatten Ende 1989 etwa 8500 Beschäftigte.

### ZFTM Dresden

Das Zentrum für Forschung und Technologie Mikroelektronik Dresden (ZFTM) war aus der 1961 gebildeten Arbeitsstelle für Molekularelektronik Dresden (AME) unter Leitung von Prof. Dr. Werner Hartmann hervorgegangen. Hartmann war 1945, ähnlich wie Matthias Falter, als Wissenschaftler in die Sowjetunion zwangsverpflichtet worden und arbeitete dort unter Leitung von Gustav Hertz in der Atomforschung. Als er nach seiner Rückkehr von den ersten integrierten Schaltungen von Kilby und Noyce erfuhr, wurde ihm die Bedeutung dieser Erfindung sehr schnell klar. Während man sich in Teltow und Frankfurt (Oder) auf die Herstellung von Transistoren konzentrierte, wollte Hartmann schon mit dem nächsten Schritt beginnen, der Herstellung von integrierten Schaltungen. Unterstützung fand er dabei vor allem beim damaligen Chef der Plankommission, Erich Apel, der die herausragende Bedeutung der Mikroelektronik für die exportorientierte DDR-Industrie verstand. Mit seiner Hilfe konnte 1961 AME gegründet werden. Trotzdem dauerte es einige Jahre, bis das Institut arbeitsfähig war und ein Herstellungsverfahren für integrierte Schaltungen entwickelt werden konnte. Auch die notwendigen technologischen Spezialausrüstungen (Diffusionsöfen, Foto-Repeater) wurden dabei von AME in Zusammenarbeit mit Elektromat Dresden entwickelt. 1968 wurde das erste Etappenziel erreicht: Muster eines Logikschaltkreises konnten hergestellt werden, „dies alles unter strengster Abschirmung von der Welt, in völliger Isolation, ohne jedes Vorbild“, wie Hartmann formulierte.<sup>12</sup> Ab 1969 wurde das Verfahren nach Frankfurt (Oder) in die Produktion übergeleitet.



*Arbeitsstelle für Molekularelektronik, Neubau der Versuchsfertigung (Blaues Haus), 1969<sup>13</sup>*

<sup>11</sup> Im Osten konkurrenzlos – im Westen konkurrenzunfähig [7], S.88

<sup>12</sup> Silicon Saxony [14], S28

<sup>13</sup> Bild: Hans W. Becker, Dresden, mit freundlicher Genehmigung

Im gleichen Jahr erfolgte eine Umbenennung in Arbeitsstelle für Mikroelektronik Dresden (AMD). 1976 wurde der Name nochmals in Institut für Mikroelektronik (IMD) geändert. 1980 schließlich wurde das Institut mit Elektromat Dresden zum Zentrum für Forschung und Technologie der Mikroelektronik (ZFTM) vereinigt.

ZFTM war verantwortlich für die Entwicklung von Schaltkreisen in MOS- und CMOS-Technologien, die dann zur Serienfertigung nach Erfurt übergeleitet wurden. In Dresden selbst wurden neu entwickelte Bauelemente zunächst als Funktionsmuster und danach als Kleinserie hergestellt. Dafür stand eine 5-Zoll-Linie zur Verfügung. Bei der minimalen Strukturbreite hatte man 1989 die 1- $\mu$ m-Grenze erreicht. In Dresden wurden auch kundenspezifische Schaltkreise auf Basis eines Gate-Array- und eines Standardzellen-Systems hergestellt. 1987 wurde nochmals umorganisiert, das ZFTM in ZMD umbenannt und nun dem Kombinat Carl Zeiss Jena zugeordnet. AME hatte mit 8 Mitarbeitern begonnen, bei ZFTM waren es Ende der 80er Jahre mehr als 3000 Beschäftigte.

### **Zu klein für die Mikroelektronik?**

Kein Land ist in der Lage alle für eine Halbleiterproduktion notwendigen technologischen Ausrüstungen und Materialien allein herzustellen. Weltweit haben sich deshalb Firmen auf die Herstellung solcher Anlagen und Materialien spezialisiert und Investoren können diese heute ohne weiteres beschaffen. Für die DDR war dies aus zwei Gründen nicht möglich: einmal auf Grund der knappen Devisen und zum anderen auf Grund der COCOM-Liste, d.h. des Embargos durch die USA und die westlichen Industriestaaten.

Die scheinbar naheliegende Möglichkeit, die benötigten Anlagen aus anderen RGW-Ländern, insbesondere aus der Sowjetunion zu beziehen, funktionierte oft nicht. So wurden Liefervereinbarungen über Plasmaätzer und Implanter für den 1 Mbit-DRAM von der Sowjetunion nicht eingehalten.<sup>14</sup> Als Ausweg blieb nur die Umgehung des Embargos. Anlagen, die die DDR nicht selbst herstellen konnte, wurden über den Bereich Kommerzielle Koordinierung beschafft. Was aber für erste Muster und für die Pilotlinie noch funktionierte, wäre für die Serienfertigung nicht mehr realisierbar gewesen, einfach wegen der großen Zahl der dafür benötigten Anlagen. Das Embargo erwies sich im Endeffekt als ein sehr wirksames Instrument, um Teilnahme der DDR an der internationalen Arbeitsteilung zu verhindern. Sein Umgehung war zwar in vielen Fällen möglich, weil westliche Firmen damit einen Extraprofit erzielen konnten, doch die Kosten waren hoch, 30-80% Aufschlag waren üblich. Auch mussten die Anlagen erst in aufwendiger Entwicklungsarbeit an die vorhandenen Systeme angepasst werden. Das geflügelte Wort „*Gut kopiert ist besser als teuer erfunden*“ traf hier ganz sicher nicht zu, zumal auch der eigene Entwicklungsaufwand für den 1 Mbit-Speicher hoch war.

Für den Aufbau der Mikroelektronik in der DDR wurden enorme Summen aufgewendet, allein zwischen 1986 und 1990 waren das rund 14 Mrd. Mark für Forschung und Entwicklung und 15 Mrd. Mark für Investitionen, was etwa 7% der gesamten Industrieinvestitionen entsprach.<sup>15</sup> Begründet war diese Politik in der Notwendigkeit, wichtige Exportprodukte der DDR, wie z.B. Werkzeugmaschinen mit elektronischen Steuerungen konkurrenzfähig zu halten. Das führte zur Vernachlässigung anderer Industriezweige und reichte doch nicht aus, den Rückstand gegenüber den führenden westlichen Mikroelektronik-Konzernen zu verringern.

War die Wirtschaftskraft der DDR also zu klein für ihr Mikroelektronik-Programm? Wirtschaftswissenschaftler haben diese Frage ausführlich untersucht und sie mit einem klaren „Ja“ beantwortet.<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> Silicon Saxony [14]

<sup>15</sup> Kombinate - Was aus Ihnen geworden ist [15]

<sup>16</sup> vgl. Rösler: Zu groß für die kleine DDR? [16]

## Quellen

- [1] Karlsch, Rainer: „Allein bezahlt?“, Christoph Links Verlag, 1. Auflage, 1993
- [2] Berkner, Jörg: „Halbleiter aus Frankfurt. Die Geschichte des Halbleiterwerkes Frankfurt (Oder) und der DDR-Halbleiterindustrie“, Funkverlag Bernhard Hein, Dessau, 2005
- [3] Schwärzel, Renate: „Die Entwicklung des Industriezweiges Bauelemente und Vakuumtechnik, dargestellt an Hand der Entwicklung der VVB Bauelemente und Vakuumtechnik in den Jahren 1958 bis 1978“, in: Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte, 1989, S157-182
- [4] Radke, U.: „Leipziger Frühjahrsmesse: Halbleiter Bauelemente“, Internationale Elektronische Rundschau, 1969, Nr.4, S. 105-107
- [5] Falter, Bernd: „Die technologische Lücke – zum Rückstand der mikroelektronischen Industrie der DDR“, Dresdener Beiträge zur Geschichte der Technikwissenschaften, Heft 25 (1998), S. 15-38
- [6] Landgraf-Dietz, Dieter: „Vom Kilobit- zum Megabitspeicher“, ITG-Fachbericht 114, ITG- Fachtagung vom 2. bis 4. Oktober 1990 in Berlin
- [7] o.A.: „Im Osten konkurrenzlos – im Westen konkurrenzunfähig“, Elektronik 9 / 27.4.1990, S.74 – 88
- [8] Krahl, K. Schleicher, E., Pertsch, W.: „Mikroelektronik auf der Basis der Dünnschichttechnik“, Nachrichtentechnik 15(1965)H.8, S.287-292
- [9] Pollei, Harry: „Kombinat Mikroelektronik. Jäher Aufstieg und Fall ins Bodenlose.“, in: „Kombinate - Was aus ihnen geworden ist. Reportagen aus den neuen Ländern“, Verlag Die Wirtschaft, 1993
- [10] Radke, U.: „Leipziger Frühjahrsmesse: Halbleiter Bauelemente“, Internationale Elektronische Rundschau, 1969, Nr.4, S.105-107
- [11] Radke, U.: „Leipziger Frühjahrsmesse 1971: Aktive Bauelemente“, Internationale Elektronische Rundschau, 1971, Nr.4, S.110-111
- [12] Salomon, Peter: „Die Geschichte der Mikroelektronik – Halbleiterindustrie der DDR“, Funkverlag Bernhard Hein, Dessau, 2003
- [13] Wenzel, Bernd: „Ein Beitrag zur Geschichte der Mikroelektronik unter besonderer Berücksichtigung der Halbleiter- und Mikroelektronik in der DDR“, Dissertation, Technische Hochschule Ilmenau, 1989
- [14] Silicon Saxony e.V. (Hrsg.): „Silicon Saxony - die Story“, Verlag Edition JS Dresden, 2006
- [15] Die Wirtschaft (Hrsg.): „Kombinate - Was aus ihnen geworden ist. Reportagen aus den neuen Ländern“, Verlag Die Wirtschaft, 1993
- [16] Roesler, Joerg: „Zu groß für die kleine DDR? Der Auf- und Ausbau neuer Industriezweige in der Planwirtschaft am Beispiel Flugzeugbau und Mikroelektronik“, in: Fischer, W. / Müller, U., Zschaler, F., Wirtschaft im Umbruch. Strukturveränderungen und Wirtschaftspolitik im 19. und 20. Jahrhundert (Hrsg.), St. Katharinen, 1999, S.307-334