

# Das Halbleiterwerk Frankfurt (Oder), Teil 1

Jörg Berkner

**Vor 60 Jahren wurde das Halbleiterwerk in Frankfurt (Oder) gegründet. Dieses Jubiläum ist Anlass, mit diesem Artikel einen Überblick über die Entwicklung dieses Halbleiterherstellers zu geben. Berücksichtigt werden auch die grundlegenden Probleme der DDR-Halbleiterindustrie und der Vergleich mit Siemens im Westen Deutschlands.**

Ein kurzer Rückblick auf die Vorgeschichte: 1952 wurde im Werk für Bauelemente der Nachrichtentechnik „Carl von Ossietzky“ in Teltow mit den ersten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der DDR zu Halbleiterbauelementen begonnen. Dieser Betrieb war aus der 1926 gegründeten Fabrik für drahtlose Widerstände Dralowid hervorgegangen. Nach der Verstaatlichung 1948 wurde er 1953 in Werk für Bauelemente der Nachrichtentechnik umbenannt, Abkürzungen waren sowohl WBN als auch CvO nach dem Namen „Carl von Ossietzky“ [1]. Unter Leitung von Dr. Matthias Falter, der gerade aus der Sowjetunion zurückgekehrt war, wurde dort eine Forschungsabteilung aufgebaut, und schon ein Jahr später konnten erste Labormuster von Spitzentransistoren hergestellt werden, 1955 folgten die ersten Flächentransistoren (Bild 1). Damit begann der Aufbau eines neuen Industriezweiges in der DDR. Dr. Falter wurde 1908 in Aachen geboren, studierte von 1927 bis 1935 an der Universität Köln Mathematik, Physik und Chemie und gehörte zu den Spezialisten, die in der Sowjetunion für wissenschaftliche und militärische Projekte arbeiten mussten. Von 1956 bis 1967 war er Hochschullehrer an der TU Dresden. Ab 1965 leitete Matthias Falter die Zentralstelle für Applikation von Halbleiterbauelementen [2].

Die Entwicklung führte in den folgenden Jahrzehnten über die Gründung des Halbleiterwerkes Frankfurt (Oder) (1959), den Aufbau des Institutes für Halbleitertechnik in Stahnsdorf (1960) und der Arbeitsstelle für Molekularelektronik in Dresden (1961), die Bildung des Kombines Halbleiter-

werk Frankfurt (Oder) (1969) und des Kombines Mikroelektronik Erfurt (1978) bis hin zu den ersten Mustern eines 1-Mbit-Speichers im Jahre 1988.

Der Beschluss zum Aufbau eines Halbleiterwerkes in Frankfurt (Oder) war schon 1957 gefasst worden, aber bis zum tatsächlichen Beginn der Bauarbeiten sollte noch einige Zeit vergehen. Als Übergangslösung wurde eine labormäßige Produktion in der Frankfurter Berufsschule „Thomas Müntzer“ aufgebaut (Bild 2). Unter Anleitung des WBN Teltow wurden dort ab Januar 1958 Halbleiterdioden hergestellt. Bis Ende 1958 gehörte das Frankfurter Halbleiterwerk organisatorisch noch zum WBN Teltow, bis es dann am 1. Januar 1959 ein juristisch selbständiger Betrieb wurde. In den 60er Jahren wurde noch die Abkürzung HWF verwendet, später dann HFO.

Um die Grundlagenforschung zur Halbleitertechnik abzusichern, wurde ein Jahr später, am 1. Januar 1960, die Entwicklungsabteilung des WBN Teltow in das Institut für Halbleitertechnik Stahnsdorf (IHT) umgewandelt mit Matthias Falter als Leiter.

Der Grundgedanke bei dieser Organisationsstruktur war, dass das IHT für die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zuständig ist, während das Halbleiterwerk als reiner Produktionsbetrieb die Herstellung der neuen Bauelemente übernimmt. Es stellte sich jedoch bald heraus, dass das so nicht funktionierte. Die räumliche Trennung zwischen Entwicklung im IHT und Produktion im HFO führte zu Problemen. Also wurden überbetriebliche Arbeitsgemeinschaften gebildet, so z. B. bei der Entwicklung einer 200-A-Silizium-Gleichrichterdiode im Jahre 1963. Aber auch das war nicht der Weisheit letzter Schluss. Im nächsten Schritt wurden im Jahre 1964 das IHT und das Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) unter eine einheitliche Leitung gestellt, was sich ebenfalls als nicht praktikabel erwies. Der einzig sinnvolle Weg bestand im Aufbau von eigenen Entwicklungskapazitäten im Halbleiterwerk Frankfurt (Oder) selbst. Das Institut hingegen wurde

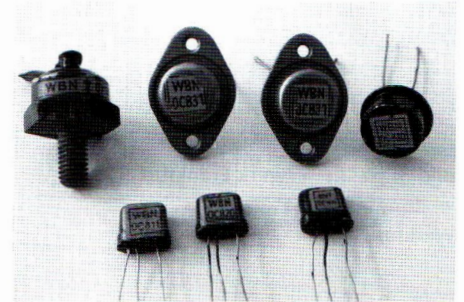


Bild 1: Erste DDR-Transistoren aus dem WBN. Oben v. l. n. r. Diode OY 120 und Leistungs-Transistoren OC 831, OC 830, unten NF-Transistoren OC 811, OC 820 und OC 821

Foto Jörg Berkner



Bild 2: Beginn der Produktion von Halbleiterbauelementen unter labormäßigen Bedingungen, 1958

1965 in das Gleichrichterwerk Stahnsdorf (GWS) umgewandelt.

Die Bedingungen für den Aufbau einer Halbleiterindustrie in der DDR waren nicht günstig. So begrenzten anfangs die hohen Reparationslieferungen an die Sowjetunion die Mittel für Investitionen in die Elektroindustrie, weil die verbliebene Investitionskraft auf den Aufbau der Basisindustrien konzentriert wurde [5]. Bildlich gesprochen: Es fehlten die Steine, die im damaligen StalinStadt beim Aufbau des Eisenhüttenkombines vermauert wurden, für den Aufbau des Halbleiterwerkes. Hinzu kamen das Wirtschaftsembargo der westlichen Länder (COCOM-Liste ab 1949) und die zumindest auf dem Gebiet der Mikroelektronik schlecht oder gar nicht funktionierende Arbeitsteilung im Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGW).



Bild 3: Halbleiterwerk Frankfurt (Oder), Verwaltungsgebäude Werkfoto

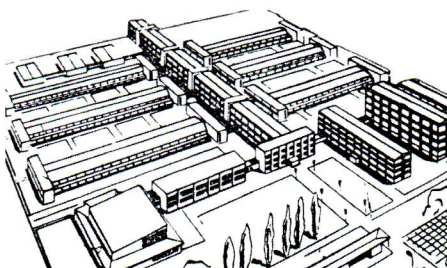


Bild 4: Entwurf für den Bau des Halbleiterwerkes aus dem Jahre 1960 [9]

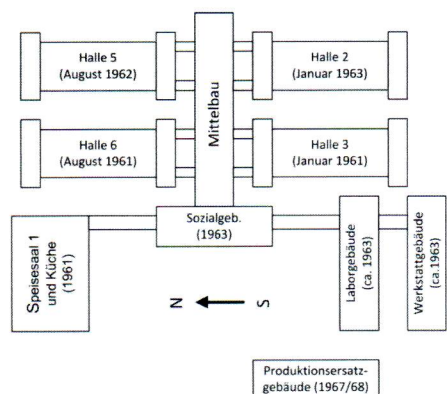


Bild 5: Übersicht der Hauptgebäude des Halbleiterwerkes ohne Heizwerk sowie Hilfs- und Versorgungsbauten, 60er Jahre

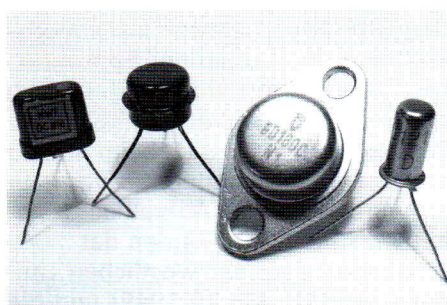


Bild 6: HFO-Ge-Transistoren der 60er Jahre. NF-Transistor OC 816 im Flachgehäuse, NF-Transistor OC 825 im Rundgehäuse, NF-Leistungstransistor GD 180 und NF-Transistor GC 121, v. l. n. r.

### Ein neues Werk in Markendorf

Die Halbleiterproduktion in der Betriebschule „Thomas Müntzer“ war natürlich nur eine Übergangslösung. Als Standort für das neue Werk wurde im November 1958 der Frankfurter Vorort Markendorf ausgewählt (Bild 3). Die Experten waren damals der Meinung, dass man für ein Halbleiterwerk einen Standort mit möglichst geringer Luftverunreinigung auswählen müsse, und Markendorf bot diese Voraussetzungen. Nach einigen Verzögerungen durch fehlenden Projektierungsvorlauf begannen im Herbst 1959 in Markendorf die Erschließungsarbeiten. Bild 4 zeigt den Entwurf für das neue Halbleiterwerk.

Die erste fertiggestellte Produktionshalle war die Halle 3 (Januar 1961). Bis Anfang 1963 folgten die Hallen 2, 5 und 6, die als fensterlose Gebäude errichtet wurden, um mit Hilfe von Klimaanlage die Luft staubfrei halten zu können. Staubfrei hieß nach damaligen Maßstäben, dass Partikel >5 µm Durchmesser herausgefiltert wurden. Alle Hallen waren an einen langgestreckten Mittelbau für die Verwaltung angeschlossen, der 1966 fertig gestellt und durch einen als Sozialgebäude bezeichneten Quertrakt abgeschlossen wurde. Auch Speisesaal, Küche, Labor- und Werkstattgebäude wurden mit dem Mittelbau verbunden. Die Betriebszeitung Kristallspiegel berichtete in ihrer Ausgabe 19 vom 1. 10. 1963 über die getätigten Investitionen:

1958/59	4 036 600 DM (Ost)
1960	13 522 400 DM (Ost)
1961	21 997 400 DM (Ost)
1962	13 743 000 DM (Ost).

Bis 1962 waren in den Aufbau des HFO also rund 53 Mill. DM (Ost) investiert worden, bis zur Fertigstellung des Werkes waren insgesamt Investitionen von 98,5 Mill. DM (Ost) geplant. 1968 kam noch ein Gebäude hinzu, das sog. Produktionsersatzgebäude (PEG), das als Verwaltungsgebäude diente, in dem sich auch die Betriebspoliklinik befand. Damit war der Aufbau des Werkes vorerst abgeschlossen (Bild 5).

### Vom Legierungszum Planartransistor

Die ersten im Halbleiterwerk hergestellten Transistoren basierten auf

Germanium. Die Entwicklung führte dabei vom Legierungstransistor über den Drifttransistor bis zum Mesa-Transistor. Die ersten Ge-Legierungstransistoren waren die Typen OC 810 bis OC 813 (Bild 6).

Ein wesentlicher Nachteil der Legierungstransistoren war ihre geringe Grenzfrequenz, die mit einigen Megahertz für viele Anwendungen zu niedrig war. Der nächste Schritt bestand daher in der Entwicklung von Drifttransistoren, die mit einer diffundierten Basis deutlich höhere Grenzfrequenzen erreichten.

Die Produktionsergebnisse des Werkes waren in den ersten Jahren noch bescheiden. Für 1958 wird die Gesamtproduktion mit 2,1 Mill. Mark angegeben, und 1960 wurden 1,2 Mill. Germaniumbauelemente hergestellt. Die hohen Planvorgaben konnten in diesen Jahren oft nicht erreicht werden, weil die Ausbeute viel zu niedrig war und erst Erfahrungen zur Beherrschung der Technologien gesammelt werden mussten. Bild 7 dokumentiert den Produktionsstart in Halle 3 am 2. 1. 1961 unter noch provisorischen Bedingungen. Anfänglich ersetzte man sogar die noch fehlende Heizung durch Heizstrahler.

1966 wurde im HFO eine neue Transistortechnologie eingeführt – die sog. Mesa-Technik. Das war ein bedeutender Entwicklungsschritt, weil hier zum ersten Mal die Bearbeitung der Transistoren im Scheibenverband angewandt wurde. Damit konnten im Vergleich zum Drifttransistor wesentlich höhere Grenzfrequenzen erreicht werden. Die erfolgreiche Entwicklung des ersten DDR-Mesa-Transistors GF 145 war Grundlage für die Einführung des UHF-Fernsehempfanges in der DDR. Der nächste große technologische Schritt war die Herstellung von Siliziumtransistoren in Planartechnologie. Für sie wurde der erste Reinraum des Halbleiterwerkes in der Halle 6 gebaut (Bild 8).

Der hier skizzierte Weg vom Legierungs- über den Mesa- bis zum Planartransistor verlief keineswegs problemlos. Die Schwierigkeiten, die in den ersten Jahren auftraten, waren größer als erwartet. Die Ausbeuten waren, gemessen an heutigen Maßstäben, katastrophal. So betrug 1961 der Ausschuss bei NF-Transistoren mit gelötetem Gehäuse über 80 %, bei 1-W-Leistungstransistoren sogar mehr

als 90 %, hauptsächlich wegen undichter Gehäuse. 1965 wurde in der Fertigung erstmals eine Ausbeute über 50 % erzielt, bei Gleichrichtern hingegen schon 1963 ein Wert von 83 %.

Die Ursachen waren vielschichtig: Die Gesetzmäßigkeiten der Halbleiter waren bei weitem noch nicht vollständig erforscht, die Ausrüstungen mangelhaft und ebenso die verwendeten Materialien. Durch kontinuierliche Entwicklungsarbeit zur Verbesserung der Technologien sowie, besonders wichtig, durch bessere Ausbildung der Beschäftigten konnte die Ausbeute schrittweise verbessert werden.

### Im Westen viel Neues

An dieser Stelle ist es von Interesse, die Entwicklung des Halbleiterwerkes in den 60er Jahren mit der im Westen Deutschlands zu vergleichen. Waren die grundlegenden Entscheidungen in der DDR rechtzeitig getroffen worden? Oder war schon in der Aufbauphase ein Rückstand eingetreten? Bild 9 zeigt wichtige Meilensteine beim Aufbau des HFO und der Siemens-Halbleiterfabrik HaF in München im Vergleich. Die Grundsatzentscheidung für die HaF fiel 1952, die für das HFO 1957. Das erste Produktionsgebäude der HaF in der Balanstraße in München wurde 1956 fertiggestellt, die erste Halle des HFO Anfang 1961. Damit betrug bereits beim Start der Rückstand etwa 5 Jahre.

Der Startschuss für den Einstieg in das neue Thema Halbleiter fiel bei Siemens schon am 4. April 1952, als der Vorstand die Gründung einer Halbleiterfabrik (HaF) beschloss. 1953 konnten schon etwa 10 000 Spitzentransistoren hergestellt werden. Parallel dazu wurde an der Entwicklung von Legierungstransistoren gearbeitet. Dabei gelang es, mit dem sog. Kipp-Legierungsverfahren eine Methode zu entwickeln, mit der die Eigenschaften der Legierungstransistoren wesentlich verbessert werden konnten. Ein erster kommerzieller Erfolg gelang Siemens mit dem Leistungstransistor TF 80, der erstmals die Transistorisierung der Endstufen von Autoradios ermöglichte.

Die nächste Entwicklungsstufe war der Mesa-Transistor. 1961 wurden bei Siemens die ersten Mesa-Typen AFY 10 und AFY 11 hergestellt, es folgte der AF 106 für den UKW-Bereich. Mit dem AF 139 (1963) und AF 239 (1966)

# NEUER TAG

ORGAN DER BEZIRKSLEITUNG FRANKFURT (ODER) DER SED

10. JAHRGANG NR. 3

DIENSTAG, 3. JANUAR 1961

EINZELPREIS 15 PFENNIG

## Wilhelm-Pieck-Stadt Guben im Festschmuck

Wilhelm-Pieck-Stadt Guben (ADN/ Eiz. Ber.). Auf einer außerordentlichen Stadtverordnetenversammlung in der festlich geschmückten Geburtsstadt des verstorbenen Staatspräsidenten der DDR wurde beschlossen, die Stadt aus Anlaß des 85. Geburtstages Wilhelm Piecks in Wilhelm-Pieck-Stadt Guben umzubenennen. Alle Sprecher der einzelnen Parteien begrüßten diese Namensgebung.

Bild 7a

## Produktion aufgenommen

In Halle 3 des neuen Halbleiterwerkes in Markkendorf begann gestern die Produktion – Guter Start bei den Walzwerkern in Finow

Frankfurt (Oder) (Eiz. Ber.). Mit einem verheißungsvollen Auftakt begann die Belegschaft des Halbleiterwerkes Frankfurt (Oder) das neue Planjahr. Gestern wurde die Halle 3 des neuen Werkes in Markkendorf mit der Aufnahme der Produktion von 1-Watt-Transistoren eingeweiht. Werkleiter Uhlig sprach in

einem kurzen Meeting vor Belegschaftsangehörigen und Bauarbeitern. An der Einweihung nahmen der Sekretär der Kreisleitung Frankfurt (Oder), Genosse Volkmer, der Leiter der Abteilung Wirtschaftspolitik bei der Bezirksleitung der SED, Genosse Donath, sowie Vertreter der VVB teil.

konnten erstmals auch UHF-Fernsehtuner mit Transistoren bestückt werden. Die Ingenieure der Siemens-Halbleiterfabrik hatten es verstanden, die Herstellungstechnologie für Mesa-Transistoren im Vergleich zu den aus den USA bekannten Verfahren entscheidend zu verbessern. Siemens wurde daher bei Mesa-Transistoren für ein ganzes Jahrzehnt zum Marktführer.

Bild 10 veranschaulicht die Entwicklungen bei Siemens und beim HFO. Vergleicht man nun die Erscheinungsjahre von AF 139 (Siemens) und GF 145 (HFO), so beträgt der Rückstand etwa drei Jahre, beim AF 239 (Siemens) und dem GF 147 (HFO) sind es schon fünf Jahre. Bereits in der Anfangsphase des Frankfurter Halbleiterwerkes war im Vergleich zu Siemens ein technologischer Rückstand von etwa 5 Jahren eingetreten – ein Zeitraum, der kaum aufzuholen war.

### Die Ära der integrierten Schaltungen

1971 wurde im HFO die Produktion von integrierten Schaltungen aufgenommen. Für deren Herstellung wurde ein neuer großer Reinraum benötigt. An Stelle der im ursprünglichen Konzept vorgesehenen Halle 4 wurde daher 1969 mit dem Bau des sog. AMD-Gebäudes begonnen, das 1973 fertiggestellt wurde. AMD war die Arbeitsstelle für Molekularelektronik Dresden, wo schon ein gleichartiges Gebäude stand, dessen Bauprojekt übernommen wurde. Neben dem IHT war diese Arbeitsstelle die zweite Institution in der DDR für die Halbleiterforschung. Sie wurde am 1. 8. 1961 mit Prof. Dr. Werner Hartmann als Leiter gegründet. Ihre Bezeichnung än-



Bild 7: Produktionsstart in Halle 3. a) Presse-meldung; b) Arbeitsplätze



Bild 8a

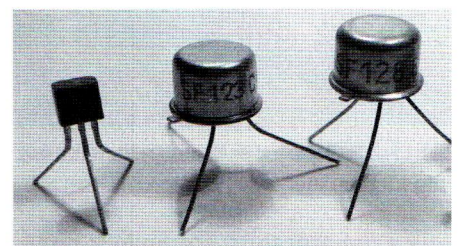


Bild 8: HFO-Si-Planartransistoren. a) Herstellung im Reinraum in Halle 6; b) Si-Transistoren Miniplast, SF 123 und SF126  
Fotos Werkfoto, Jörg Berkner

derte sich im Laufe der Jahre mehrfach: 1961 Arbeitsstelle für Molekularelektronik (AME), 1969 Arbeitsstelle für Molekularelektronik Dresden (AMD), 1976 Institut für Mikroelektronik Dresden (IMD), 1980 Zentrum für Forschung und Technologie der Mikroelektronik (ZFTM), 1987 bis 1990 Zentrum für Mikroelektronik Dresden (ZMD) [12].

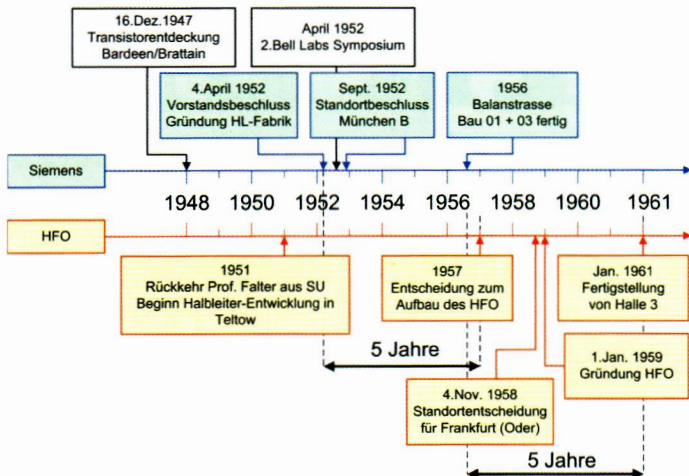


Bild 9: Vergleich der Aufbauphase des HFO mit der Siemens-Halbleiterfabrik HaF bis 1961

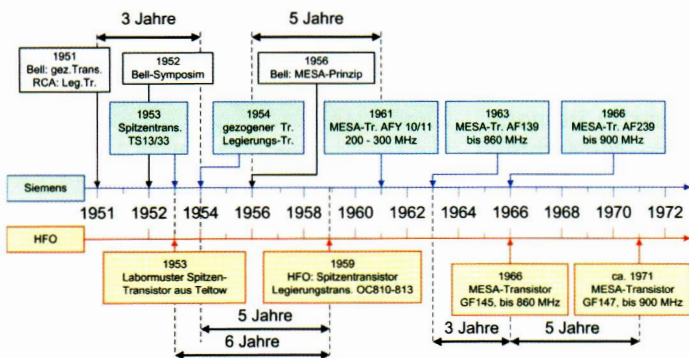


Bild 10: Meilensteine bei der Entwicklung von Spitzen-, Legierungs- und Mesa-Transistor bei Siemens und im HFO

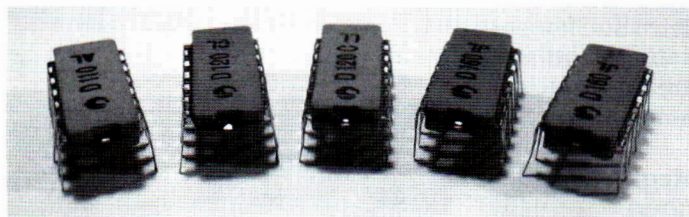


Bild 11: TTL-Bauelemente der D-10-Reihe aus dem HFO  
Foto Jörg Berkner

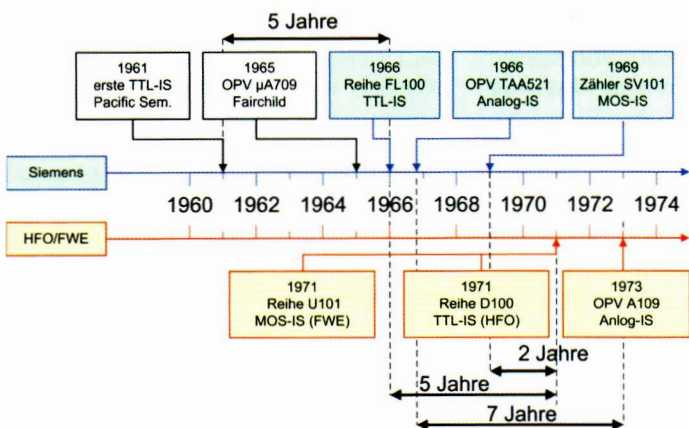


Bild 12: Entwicklung integrierter Schaltungen im HFO und bei Siemens

1971 begann mit der Herstellung der digitalen TTL-Schaltung D 100 (äquivalent SN 7400) die Ära der integrierten Schaltungen auch im HFO. Dieses Bauelement war noch von AMD entwickelt worden, die Entwicklung weiterer TTL-Typen erfolgte später in Frankfurt (Bild 11). Am Anfang wurden diese Schaltkreise noch in Keramikgehäuse montiert, ab 1974 wurden Plastgehäuse verwendet.

Zeitgleich mit den ersten bipolaren HFO-Schaltkreisen wurden auch die ersten MOS-Logik-Schaltkreise im Funkwerk Erfurt hergestellt. Das Jahr 1971 kennzeichnet deshalb den Beginn der Ära der Herstellung von monolithisch integrierten Schaltkreisen in der DDR. Ab Mitte der siebziger Jahre wurden im HFO auch analoge ICs hergestellt (IC, Integrated Circuit, integrierte Schaltung). Das erste analoge Bauelement war ein internationaler Standardtyp, der Operationsverstärker A 109 (äquivalent µA 709). 1975 wurde die Produktionsorganisation im HFO an die für die Schaltkreisproduktion notwendigen technologischen Herstellungsabschnitte angepasst. Es gab nun die Produktionsbereiche Scheibenprozesse, Montageprozesse und Messprozesse.

Verglichen mit dem internationalen Stand begann die Ära der integrierten Schaltungen in der DDR sehr spät. Bei den TTL-Schaltkreisen bestand ein Rückstand von fünf Jahren gegenüber Siemens und von zehn Jahren im Vergleich zu den USA. Bei den ersten analogen Schaltungen war der Rückstand noch größer – sieben Jahre zu Siemens.

In den USA hatte die Produktion von ICs schon 1960 begonnen. Selbst die ČSSR hatte mit der Vorstellung erster integrierter Schaltungen auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1969 einen deutlichen Vorsprung gegenüber der DDR [10]. Wie Bild 12 an zwei Beispielen verdeutlicht, hatte sich der Rückstand des HFO Anfang der 70er Jahre im Vergleich zur Transistorentwicklung eher erhöht als verringert. Der Vergleich in dieser Darstellung ist insofern unvollständig, weil auch andere Produktkategorien und technologische Kenngrößen wie Waferdurchmesser, Waferkapazität usw. berücksichtigt werden müssten [2][3][7].

Leider war eine wesentliche Ursache für den Rückstand hausgemacht: Mitte der 60er Jahre entstand in der DDR eine Diskussion über die Frage, in welche Richtung die Mikroelektronik vorrangig entwickelt werden sollte: Dünnschicht-Hybridtechnik oder monolithisch integrierte Technik. In den USA setzte sich ab etwa 1962 die monolithisch integrierte Schaltungstechnik durch. In der DDR wurde der Schwerpunkt der Entwicklung jedoch auf die Dünnschicht-Hybridtechnik gelegt [6]. Das war eine klare Fehleinschätzung. Diese Orientierung auf die Dünnschicht-Hybridtechnik zu einer Zeit, als international schon die Massenfertigung integrierter Schaltungen lief, sollte sich als schwerwiegender Fehler erweisen und war eine wesentliche Ursache für den Rückstand der DDR-Halbleiterindustrie in den 70er Jahren. Der setzte sich in den folgenden Jahrzehnten fort, obwohl man ihn später mit großem Aufwand zu verringern suchte.

Wird fortgesetzt

Autor:  
Jörg Berkner, joerg.berkner@gmx.de