

Mikroelektronik in der österreichischen Industrie¹⁾

Zur Entwicklungsgeschichte der Mikroelektronik

Obwohl sich die Wurzeln der Mikroelektronik²⁾ bis in das vorige Jahrhundert zurückverfolgen lassen³⁾, ist es sinnvoll, den Ursprung der Mikroelektronik im Zusammentreffen der Erfindung des Transistors mit dem Auftauchen von speicherprogrammierbaren Digitalrechnern gegen Ende der vierziger Jahre dieses Jahrhunderts zu sehen. Die für erfolgreiche Innovationen ideale Vereinigung einer neuen Technologie mit neuen Anwendungsmöglichkeiten setzte eine Entwicklung in Gang, die vielerorts als revolutionär bezeichnet und in ihrer Bedeutung und Tragweite für die Gesellschaft und Wirtschaft mit der Erfindung des Buchdrucks verglichen wird (*Noyce*, 1979, S. 23ff). Allerdings wurden die weitreichenden Möglichkeiten des Transistors zunächst nur von wenigen Wissenschaftlern und Forschern erkannt

Nennenswerte kommerzielle Bedeutung erlangte der Transistor erst um die Mitte der fünfziger Jahre, nach einer Reihe wichtiger Weiterentwicklungen, die die Leistungsmerkmale wesentlich verbesserten und zu drastischen Preissenkungen führten. In dieser Zeit des raschen Wechsels, insbesondere der Verfahrenstechnologie, gründeten in den USA vor allem Wissenschaftler mit unternehmerischer Neigung einige Halbleiterfirmen, die jene für die sechziger und siebziger Jahre entscheidenden Innovationen der Halbleitertechnologie durchführten und die etablierten Hersteller von Elektronenröhren überflügelten⁴⁾.

¹⁾ Der Aufsatz ist Teil einer Studie, die im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung gemeinsam mit der Österreichischen Akademie der Wissenschaften verfaßt wurde.

²⁾ Mikroelektronik wird als Sammelbegriff für integrierte und miniaturisierte Halbleiterschaltungen verwendet.

³⁾ Die Halbleiterforschung reicht bis zur Entdeckung des Sperrschichteneffektes durch den Leipziger Gymnasialprofessor *F. Braun* im Jahr 1874 zurück. Der amerikanische Physiker *E. H. Hall* entdeckte 1879 die "Elektronen" als von einem Magnetfeld beeinflussbare Träger negativer Ladung ("Hall-Effekt"). 1884 stellte *Th. A. Edison* fest, daß sich in einem luftleeren Raum gezielte elektronische Impulse verbreiten lassen, die empfangen und weiterverarbeitet werden können. Das Prinzip der Steuerung von Elektronen wurde 1906 von dem amerikanischen Radiotechniker *L. de Forest* und dem österreichischen Physiker *R. v. Lieben* geklärt. Mit den genannten Entdeckungen wurde die Grundlage für die Entwicklung elektronischer Schaltungen geschaffen.

⁴⁾ Nach *Braun* (1980) stieg in den USA die Zahl der Unternehmen die Transistoren erzeugten, von 4 im Jahr 1951 auf 26 im Jahr 1956. Im Jahr 1957 entfielen auf "newcomers", d. h. Firmen, die nicht in der Erzeugung von Elektronenröhren beschäftigt waren, bereits zwei Drittel des gesamten Halbleitermarktes der USA.

Halbleiterbauelemente wurden anfangs in der Telefonie und für Hörhilfen verwendet. 1954 wurden die ersten Transistorradios verkauft und Fernsehkameras mit Transistoren bestückt. 1955 fand der Transistor Eingang in die Computerindustrie und begann die Elektronenröhren als Schalter zu verdrängen. Der Energiebedarf der elektronischen Rechner konnte damit auf Bruchteile des ursprünglichen Wertes gesenkt werden, und die Zuverlässigkeit stieg merklich.

Der Anstoß zur Miniaturisierung elektronischer Bauelemente kam jedoch nicht von der Computerindustrie direkt, denn diese sah damals ihre Zukunft noch in wenigen riesigen zentralen Rechenanlagen. Der Anstoß kam vielmehr von den Raketen- und Satellitenentwicklungsprogrammen des Militärs und der Raumfahrtbehörde in den USA. Trotz der Beschränkungen hinsichtlich Raum, Gewicht und Energieversorgung war man hierbei auf komplexe elektronische Systeme angewiesen.

Die Lösung brachte das Konzept der integrierten Halbleiterschaltung, das sich bereits wenige Jahre nach der Erfindung des Transistors abzuzeichnen begonnen hatte. Durch die sogenannte "Planartechnik", die Anordnung der einzelnen Transistorelemente in einer Ebene (meist auf der Oberfläche eines Silizium-Kristallplättchens), war ab 1958/59 die grundlegende Voraussetzung für die Massenfertigung von Transistoren und integrierten Halbleiterschaltungen geschaffen. Die ersten integrierten Schaltungen wurden in den frühen sechziger Jahren mit hohem Kostenaufwand produziert. In dieser Zeit spielten Rüstungsaufträge eine nicht zu unterschätzende Rolle für die Weiterentwicklung der Mikroelektronik. Die Regierung der USA bzw. das Militär war bereit, den Lernprozeß in der Halbleiterindustrie durch den Ankauf der noch unausgereiften und teuren neuen Produkte großzügig zu unterstützen⁵⁾.

In den sechziger Jahren kam das Zusammenwirken von Computerindustrie und Halbleiterindustrie in den USA wirtschaftlich erst zum Tragen. Auf der einen Seite konnte die Halbleiterindustrie auf Grund der wachsenden Produktionserfahrungen mit steigender Integrationsdichte immer billigere Bauelemente liefern. Auf der anderen Seite bildete die Computerindustrie — ständig auf der Suche nach billigeren Schaltern — einen sehr aufnahmefähigen Markt für Halbleiter.

⁵⁾ 1960 entfielen rund 50% des Halbleitermarktes in den USA auf den militärischen Sektor. Dieser Anteil verringerte sich auf 24% im Jahr 1972.

terbauelemente. Von dieser Symbiose profitierten beide Industriezweige. Das Preis-/Leistungsverhältnis⁶⁾ von Computern verbesserte sich seit 1960 um durchschnittlich rund 25% jährlich. In der US-Halbleiterindustrie sanken die Herstellkosten je Schaltungseinheit (gerechnet zu konstanten Preisen) mit jeder Verdoppelung des kumulativen Produktionsvolumens im gleichen Zeitraum um durchschnittlich 28%. Dieser Wert liegt zwar nicht außerhalb der in der Industrie für neue Produkte als üblich angesehenen Werte von 20% bis 30%, doch kam es infolge des rapiden Wachstums der Halbleiterproduktion zu sehr raschen Kosten- und Preissenkungen. Die enge Verbindung zwischen Halbleiterindustrie und Computerindustrie war auch für den ausgeprägten Trend zugunsten der Digitalisierung der Mikroelektronik ausschlaggebend.

Mit fortschreitender Miniaturisierung bzw. Integrationsdichte stieg jedoch im Laufe der sechziger Jahre die Spezialisierung der integrierten Schaltungen, und damit erhöhten sich auch deren Kosten. Einen Ausweg aus dieser Sackgasse bot der zwischen 1969 und 1971 von einer kleineren Halbleiterfirma in den USA entwickelte "Mikroprozessor". Da es zu dieser Zeit bereits möglich geworden war, rund 1 000 Schaltungselemente auf einem Silizium-Halbleiterplättchen ("chip") zu vereinigen, konnte auch daran gedacht werden, das zentrale Rechen- und Steuerwerk eines Computers auf diese Weise herzustellen. In Verbindung mit monolithisch integrierten Programm- und Datenspeichern sowie entsprechenden Ein- und Ausgabebausteinen entstand daraus ein sogenannter Mikrocomputer, dessen Funktionsprinzip dem großer programmierbarer Digitalrechner gleicht. Da im Mikroprozessor festverdrahtete Logik durch programmierbare Logik ersetzt wird, erhöht sich das Anwendungsspektrum bestimmter Halbleiter-Schaltungssysteme außerordentlich⁷⁾.

Der Mikroprozessor bzw. Mikrocomputer gilt als jene Entwicklungsstufe der integrierten Halbleiterschaltung, die die künftige Entwicklung der Mikroelektronik bestimmen wird. Mit absehbaren Integrationsdichten bis zu 10 Millionen Transistorfunktionen pro "chip" beginnt sich die Annäherung an die Prinzipien von biologischen Informationssystemen abzuzeichnen. Auf dem Weg dorthin müssen jedoch noch viele Probleme sowohl der Software-Technologie als auch der Verbindung des Mikrocomputers mit seiner Umwelt gelöst werden. Die Mikroelektronik befindet sich

⁶⁾ Gemessen an den Kosten für 1 Million Instruktionen pro Sekunde bei Hochleistungs-Universalrechnern.

⁷⁾ Die Entwicklung des Mikroprozessors stellt einen der typischen Fälle für das Innovationspotential eines kleinen Unternehmens dar. Die knappen Ressourcen zwangen die Firma Intel, bei der Bewältigung eines Großauftrags einen völlig neuartigen Lösungsweg zu suchen. Die großen Konkurrenzfirmen hätten die an Intel gestellte Aufgabe mit den ihnen zur Verfügung stehenden herkömmlichen Mitteln bewältigen können.

höchstwahrscheinlich erst in der Anfangsphase dieses Entwicklungsprozesses

Die wirtschaftliche Bedeutung der Mikroelektronik im internationalen Überblick

Im Jahr 1978 wurden in der westlichen Welt elektronische Geräte im Wert von rund 3 000 Mrd. S erzeugt. Der entsprechende Verbrauch an elektronischen Bauelementen machte 1978 mit rund 265 Mrd. S nicht ganz 9% des Wertes der Elektronikgeräteproduktion aus. Das mittelfristige Wachstum der Elektronikgeräteproduktion wird mit durchschnittlich 8% pro Jahr (nominell) prognostiziert. Die Zunahme der Nachfrage nach Bauelementen wird bis 1985 wertmäßig voraussichtlich etwas hinter dem Wachstum der Elektronikgeräteproduktion zurückbleiben. Dies gilt jedoch nicht für die Nachfrage nach (monolithisch) integrierten Halbleiterschaltungen. In diesem Bereich erwartet die Elektronikindustrie ein durchschnittliches jährliches Verbrauchswachstum von etwa 15% bis 1985⁸⁾. Damit könnte der Verbrauch an integrierten Schaltungen bis 1985 auf rund 3,5% des Wertes der Elektronikgeräteproduktion steigen (1978 2,3%) und einen Umfang von rund 180 Mrd. S (1978 70 Mrd. S) erreichen. Der Anteil der monolithisch integrierten Halbleiterschaltungen am Bauelemente-Verbrauch würde sich dementsprechend wertmäßig von 26% im Jahr 1978 auf 41% im Jahr 1985 erhöhen⁹⁾.

Die — unten näher beschriebene — führende Stellung der USA in der Mikroelektronik geht nicht zuletzt auf die Absatzmöglichkeiten in der Elektronikgeräteproduktion des eigenen Landes zurück. Auf die USA entfielen 1978 43% der Elektronikgeräteproduktion der westlichen Welt — ein Anteil, der deutlich über dem entsprechenden Anteil der USA am Brutto-Sozialprodukt (32%) liegt. Auf Westeuropa und Japan entfielen 1978 33% bzw. 17% der Elektronikgeräteproduktion der westlichen Welt.

Aber nicht nur das Niveau, sondern auch die Struktur der Elektronikgeräteproduktion begünstigte die Entwicklung der Mikroelektronik in den USA. Im vorigen Abschnitt wurde bereits auf die Symbiose von Computer- und Halbleiterindustrie hingewiesen. Die Sparte Datentechnik macht in den USA 28% der Elektronikgeräteproduktion aus, in Japan 20% und in Westeuropa 16%. Die starke Stellung der USA auf dem Gebiet der Datentechnik (57% der Produktion der westlichen Welt) und der Nachrichtentechnik (47% der Produktion der westlichen Welt) sichert der

⁸⁾ Die durchschnittliche reale Zuwachsrates wird auf rund 30% pro Jahr geschätzt, die durchschnittliche Preissenkung auf 10% bis 15% pro Jahr.

⁹⁾ Die angeführten Entwicklungstrends entsprechen dem publizierten "Wissen" einschlägiger Forschungsinstitute, Unternehmensberatungsfirmen und Marktforschungsabteilungen von Elektronikkonzernen.

US-Halbleiterindustrie einen entsprechenden Absatz von Bauelementen, insbesondere von integrierten Schaltungen. Diese Situation wird sich voraussichtlich bis 1985 nicht grundlegend ändern, obwohl Japan und Westeuropa in der Elektronikgeräteproduktion voraussichtlich Marktanteile gewinnen werden (siehe Übersicht 1)

Die regionale Aufgliederung des Bauelementemarktes der westlichen Welt (siehe Übersicht 2) zeigt ebenfalls die USA mit einem Anteil von 37% in Front vor Westeuropa (29%) und Japan (23%). Bemerkens-

wert ist hierbei der hohe Bauelementbedarf der japanischen Elektronikgeräteproduktion, der in erster Linie durch den großen Anteil der Unterhaltungselektronik hervorgerufen wird.

Das eigentliche Interesse der Untersuchung gilt jedoch dem Markt für (monolithisch) integrierte Halbleiterschaltungen. Dieser Markt erreichte 1978 in der westlichen Welt einen Umfang von 70 Mrd. \$; für 1979 wird der Markt auf rund 84 Mrd. \$ geschätzt. Davon entfielen 45% auf die USA, 25% auf Japan und 24% auf Westeuropa. Bis 1985 wird voraussichtlich

Übersicht 1

Elektronikgeräteproduktion 1978 und 1985

	BRD		Westeuropa		USA		Japan		Westliche Welt ¹⁾	
	1978	1985	1978	1985	1978	1985	1978	1985	1978	1985
	in Mrd. \$ zu laufenden Preisen									
Datentechnik	53,9	119,0	154,0	347,9	350,0	581,0	98,0	248,5	609,0	1.219,4
Nachrichtentechnik	53,9	98,0	238,0	416,5	287,0	434,0	59,5	112,0	806,9	1.039,5
Meß-, Steuer- und Regeltechnik	55,3	91,0	123,2	210,0	224,0	334,6	34,3	58,8	389,5	624,4
Energietechnik	18,2	25,2	46,2	70,0	51,8	77,0	22,4	35,0	135,8	206,5
Unterhaltungselektronik	55,3	63,0	144,2	231,0	84,0	98,0	113,4	203,0	442,4	721,0
Haushaltselektronik	68,6	84,0	168,0	280,0	156,8	196,0	77,0	105,0	434,0	630,7
Autoelektronik	27,3	32,9	68,6	119,0	63,0	98,0	46,2	70,0	182,0	301,0
Freizeitelektronik	8,4	11,9	22,4	42,0	44,8	77,0	61,6	115,5	149,8	287,0
Summe	340,9	525,0	964,6	1.716,4	1.261,4	1.895,6	512,4	947,8	2.948,4	5.029,5
Regionale Anteile in %	11,6	10,4	32,7	34,1	42,8	37,7	17,4	18,8	100,0	100,0

Q: Electronics International Mackintosh Consultants Siemens-Marktforschung — ¹⁾ Welt ohne RGW-Länder und ohne Volksrepublik China

Übersicht 2

Markt für elektronische Bauelemente 1978 und 1985

	BRD		Westeuropa		USA		Japan		Westliche Welt ¹⁾	
	1978	1985	1978	1985	1978	1985	1978	1985	1978	1985
	in Mrd. \$ zu laufenden Preisen									
Datentechnik	2.457	5.215	8.680	17.920	23.800	44.751	7.735	20.279	40.859	86.296
Nachrichtentechnik	5.754	9.240	20.650	32.459	29.967	44.072	9.597	16.982	65.275	104.440
Meß-, Steuer- und Regeltechnik	4.249	6.692	9.793	16.387	12.789	16.331	4.620	9.037	28.875	45.409
Energietechnik	1.484	2.044	3.927	5.747	4.977	8.036	2.226	3.248	11.620	18.305
Unterhaltungselektronik	9.856	13.482	26.712	37.737	13.902	17.178	26.950	36.036	87.115	121.240
Haushaltselektronik	0.928	1.316	2.611	4.018	3.612	5.306	2.660	5.215	9.583	15.596
Autoelektronik	0.613	1.162	1.526	3.136	3.605	9.205	0.973	2.149	6.237	15.533
Freizeitelektronik	0.336	1.099	1.120	3.311	3.493	7.231	6.314	12.264	13.615	27.531
Summe	25.677	40.250	75.019	120.715	96.145	152.110	61.075	105.210	263.179	434.350
Regionale Anteile in %	9,8	9,3	28,5	27,8	36,5	35,0	23,2	24,2	100,0	100,0

Q: Electronics International Mackintosh Consultants Siemens-Marktforschung — ¹⁾ Welt ohne RGW-Länder und ohne Volksrepublik China

Übersicht 3

Markt für monolithische integrierte Schaltungen 1978 und 1985
Gliederung nach Verwendungsbereichen

	BRD		Westeuropa		USA		Japan		Westliche Welt ¹⁾	
	1978	1985	1978	1985	1978	1985	1978	1985	1978	1985
	in Mrd. \$ zu laufenden Preisen									
Datentechnik	1.330	3.542	4.970	12.698	12.600	30.730	5.250	16.562	23.030	62.328
Nachrichtentechnik	1.085	3.080	3.010	9.044	7.000	16.632	2.520	6.153	13.020	34.727
Meß-, Steuer- und Regeltechnik	1.085	2.618	2.310	6.027	4.025	5.425	1.400	4.256	8.015	16.919
Energietechnik	0.070	0.308	0.210	0.861	0.525	2.170	0.140	0.707	0.980	3.563
Unterhaltungselektronik	2.100	4.466	4.550	10.332	2.100	4.340	4.340	8.995	13.475	30.275
Haushaltselektronik	0.084	0.231	0.280	0.861	1.050	2.170	0.560	2.366	2.065	5.341
Autoelektronik	0.098	0.462	0.245	1.295	1.750	6.146	0.140	0.707	2.170	8.904
Freizeitelektronik	0.168	0.693	0.525	1.932	1.750	4.697	2.800	7.574	5.845	16.023
Summe	6.020	15.400	16.100	43.050	30.800	72.310	17.150	47.320	68.600	178.080
Regionale Anteile in %	8,8	8,6	23,5	24,2	44,9	40,6	25,0	26,6	100,0	100,0

Q: Electronics International Mackintosh Consultants Siemens-Marktforschung — ¹⁾ Welt ohne RGW-Länder und ohne Volksrepublik China

der Anteil der USA vor allem zugunsten Japans auf etwa 41% sinken. Der Anteil Westeuropas wird hingegen nur geringfügig zunehmen (siehe Übersicht 3). In der Gliederung des Marktes für integrierte Halbleiterschaltungen nach Verwendungsbereichen ist die herausragende Bedeutung des Sektors Datentechnik für die Mikroelektronik klar ersichtlich: 1978 entfiel auf die Datentechnik ein Drittel, auf die Bereiche Nachrichtentechnik und Unterhaltungselektronik je ein schwaches Fünftel des Umsatzes von integrierten Schaltungen. Diese Struktur wird sich bis 1985 kaum ändern.

Die Wachstumsaussichten für integrierte Schaltungen sind deutlich günstiger als für elektronische Bauelemente. Die Marktprognosen für integrierte Schaltungen ergeben für die Periode 1978 bis 1985 ein durchschnittliches jährliches Wachstum von 15% (nominal). Für die übrigen Bauelementegruppen werden viel geringere Zuwachsraten erwartet.

Ein besonders rasches Wachstum der Nachfrage nach integrierten Schaltungen wird in den Bereichen Autoelektronik (1978 bis 1985 +22% p. a.) und Energietechnik (1978 bis 1985 +20% p. a.) erwartet. Beide Bereiche zusammen machen heute allerdings erst 5% der gesamten Nachfrage aus (1985 7%). Unterdurchschnittliche Zuwachsraten werden für die Bereiche Unterhaltungselektronik (+12% p. a.) und Meß-, Steuer-, Regeltechnik (+11% p. a.) prognostiziert. Japan bildet jedoch auf dem Gebiet der Meß-, Steuer- und Regeltechnik mit einer Zuwachsrate von 17% p. a. eine bemerkenswerte Ausnahme. Der überdurchschnittlich wachsende Bedarf an integrierten Schaltungen in diesem Bereich wird durch die Automatisierungsbemühungen der japanischen Industrie

Übersicht 5

Bedeutung der Mikroelektronik in der Elektronikgeräteproduktion

	Markt für integrierte Schaltungen in % der Elektronikgeräteproduktion 1978		
	Japan	USA ¹⁾	Westeuropa
Datentechnik	54	36	32
Nachrichtentechnik	42	24	13
Meß-, Steuer- und Regeltechnik	41	18	19
Energietechnik	06	10	05
Unterhaltungselektronik	38	25	32
Haushaltselektronik	07	07	02
Autoelektronik	03	28	04
Freizeitelektronik	4,5	3,9	2,3
Summe	3,3	24	17

Q: Electronics International, Mackintosh Consultants, Siemens-Marktforschung —
¹⁾ Ohne Berücksichtigung der Erzeugung von integrierten Schaltungen durch die Firma IBM

und den Ausbau der Erzeugung programmierbarer Handhabungsgeräte ("Roboter") hervorgerufen. Innerhalb Westeuropas entfielen 1978 rund 80% des Marktes für integrierte Schaltungen auf die vier großen Industrieländer BRD, Großbritannien, Frankreich und Italien (siehe Übersicht 4).

Aus den regional und funktional gegliederten Daten über die Elektronikgeräteproduktion (siehe hierzu den Anhang) und die Bauelementemärkte läßt sich ein ungefähres Bild über das unterschiedliche Ausmaß der Anwendung der Mikroelektronik im internationalen Vergleich gewinnen. Nach der Relation "Markt für integrierte Schaltungen zu Elektronikgeräteproduktion" nimmt Japan vor den USA und Westeuropa die führende Stellung in der Anwendung der Mikroelektronik ein. Die Einsatzdichte von integrierten Schaltungen ist in der japanischen Elektronikgeräteindustrie doppelt so hoch wie in Westeuropa und um rund ein Drittel höher als in den USA¹⁰⁾. Der Vorsprung der japanischen Geräteindustrie in der Verwendung integrierter Schaltungen gegenüber Westeuropa zeigt sich insbesondere in den Bereichen Datentechnik, Nachrichtentechnik sowie Meß-, Steuer- und Regeltechnik. Die USA führen hingegen in der Verwendung von integrierten Schaltungen im Bereich der Energietechnik und der Autoelektronik (siehe Übersicht 5).

In Westeuropa liegen Italien (Taschenrechnerproduktion), Großbritannien, die BRD und Dänemark in der Anwendungsintensität von integrierten Schaltungen an der Spitze. Es folgen Spanien (TV-Geräteproduktion), Norwegen, die Schweiz und Schweden. Österreich liegt gemeinsam mit Finnland und Frankreich im unteren Mittelfeld der erfaßten Länder. Die niedrigsten Werte erreichen die Benelux-Staaten (siehe Übersicht 6). Die ausgewiesene Reihung sollte allerdings nicht überbewertet werden, da sie — wie oben angedeutet — durch nationale Besonderheiten in der Zusammensetzung der Elektronikgeräteproduktion beeinflusst wird.

¹⁰⁾ Ohne Berücksichtigung des Verbrauchs an integrierten Schaltungen durch die Firma IBM.

Übersicht 4

Markt für integrierte Schaltungen 1978 (Nach Ländern)

	Zu laufenden Preisen in Mill. S
Bundesrepublik Deutschland	6 020
Frankreich	2 450
Italien	1 610
Niederlande	420
Belgien-Luxemburg	350
Dänemark	238
Großbritannien	2 884
Irland	21
Summe EG-Länder	13 993
Norwegen	175
Österreich	280
Portugal	21
Schweden	644
Schweiz	490
Summe EFTA-Länder	1 610
Finnland	140
Griechenland	14
Spanien	364
Türkei	35
Summe Westeuropa	16 156

Q: Electronics International, Mackintosh Consultants, Siemens-Marktforschung

Übersicht 6

Vergleich der Bedeutung der Mikroelektronik in der Elektronikgeräteproduktion in Westeuropa 1978

	Markt für integrierte Schaltungen in % der Elektronikgeräteproduktion
Italien	2,9
Großbritannien	2,5
Bundesrepublik Deutschland	2,5
Dänemark	2,5
Spanien	2,4
Norwegen	2,3
Schweden	2,3
Schweiz	2,3
Österreich	1,9
Finnland	1,9
Frankreich	1,7
Niederlande	1,0
Belgien-Luxemburg	1,0

Q: Mackintosh Yearbook Siemens-Marktforschung

Übersicht 8

Marktanteile der Hersteller von integrierten Schaltungen auf dem westeuropäischen Markt

	Stammhaus	Marktanteil 1978 in %
Philips (einschließlich Signetics)	NL	16,9
Texas Instruments	USA	14,9
Siemens	D	10,8
Motorola	USA	7,5
Intel	USA	6,1
National Semiconductor	USA	4,9
ITT (einschließlich Intermet)	USA	4,4
SGS-Ates	I	3,7
Fairchild	USA	3,6
AEG-Telefunken	D	2,4
RCA	USA	2,2
Thomson-CSF (einschließlich Sescosem Silec)	F	1,9
Plessey	GB	1,8
General Instrument	USA	1,6

Q: Electronics International Mackintosh Consultants Siemens-Marktforschung

Das Schwergewicht der Produktion von integrierten Schaltungen liegt eindeutig bei den Herstellern in den USA, die einen Weltmarktanteil von 65% haben. Auf japanische Hersteller entfallen 24% und auf westeuropäische Hersteller 10% der Produktion von integrierten Schaltungen in der westlichen Welt. Die Hersteller in den USA beherrschen den amerikanischen Markt zu 90%, die japanischen Hersteller den japanischen Markt zu 80%. Hingegen beliefert die westeuropäische Halbleiterindustrie den westeuropäischen Markt nur zu rund 30%. Unter den Herstellern von integrierten Schaltungen, die auch für den Markt produzieren¹¹⁾, ragt die Firma Texas Instruments mit einem Weltmarktanteil von 13% heraus. Zu den 15 größten Herstellerfirmen zählen mit Philips und Siemens auch zwei große europäische Elektronikkonzerne (siehe Übersicht 7).

Auf dem westeuropäischen Markt für integrierte Schaltungen haben bisher neben Philips und Siemens vor allem die großen Halbleiterfirmen aus den

¹¹⁾ Die Firma IBM produziert integrierte Schaltungen nur für den eigenen Bedarf

USA, wie Texas Instruments, Motorola, Intel, National Semiconductor und Fairchild, Fuß gefaßt. Die übrigen westeuropäischen Hersteller mit Ausnahme von SGS-Ates (Italien) hatten 1978 deutlich geringere Marktanteile (siehe Übersicht 8).

Von den zwanzig größten Bauelementeherstellern der Welt haben sich bisher nur amerikanische Firmen (Texas Instruments, Motorola, Fairchild, National Semiconductor, Intel) ausschließlich auf die Produktion von Halbleiterbauelementen spezialisiert. Die Firma Intel erzeugt überhaupt nur integrierte Schaltungen, vor allem Mikroprozessoren. Die großen westeuropäischen und japanischen Bauelementehersteller stützen sich hingegen meist auf ein breites Produktionsspektrum, wie z. B. auch RCA und General Electric in den USA. Bei diesen Firmen machen integrierte Schaltungen typischerweise nur etwa 10% bis 25% des gesamten Bauelementeumsatzes aus.

Entwicklung und Erzeugung von elektronischen Bauelementen in Österreich

Auf Grund von Produktionsstätten großer internationaler Konzerne (z. B. AEG-Telefunken, ITT, Philips, Siemens) und namhafter heimischer Elektronikfirmen (z. B. Kapsch, Schrack) gibt es in Österreich eine beachtliche Erzeugung von Bauelementen für die Elektronikindustrie. Der wertmäßige Umfang der österreichischen Bauelemente-Produktion hängt von der jeweils gewählten Definition ab und läßt sich an Hand der publizierten Statistiken wegen der Geheimhaltungsbestimmungen auch kaum exakt feststellen. Nach einer ziemlich weit gefaßten Definition (Mackintosh, 1979) machte der Produktionswert 1979 etwa 6 Mrd S aus. Gemessen am gesamten Produktionswert der österreichischen Elektronikindustrie erreichte die Bauelementefertigung rund 40%. Dieser Anteil ist fast doppelt so hoch wie der westeuropä-

Übersicht 7

Weltmarktanteile 1979 der 15 größten Hersteller von integrierten Schaltungen¹⁾

	Anteile in %
Texas Instruments	13
NSC	7
Motorola	7
Philips (einschließlich Signetics)	7
NEC	7
Intel	6
Hitachi	5
Fairchild	5
Toshiba	4
Siemens	3
Mostek	3
AMD	3
Fujitsu	3
RCA	2
Mitsubishi	2

Q: Electronics International Mackintosh Consultants Siemens-Marktforschung

¹⁾ Ohne IBM

Übersicht 9

Bauelementefertigung in der Elektronikindustrie

	Anteil der Bauelementefertigung am Produktionswert der Elektronikindustrie	
	1976	1979
	in %	
Belgien	22,1	20,4
Bundesrepublik Deutschland	29,0	24,6
Dänemark	26,2	24,2
Finnland	12,3	27,9
Frankreich	13,2	9,7
Italien	19,6	19,3
Niederlande	40,6	31,4
Norwegen	16,4	14,9
Österreich	38,9	40,4
Schweden	11,7	12,1
Schweiz	21,1	21,7
Spanien	23,5	18,7
Großbritannien	23,7	23,4
Westeuropa insgesamt	23,6	20,8

Q: Mackintosh Yearbook of West European Electronics Data 1979

ische Durchschnitt von rund 21%. Österreich nimmt in dieser Hinsicht den Spitzenrang vor den Niederlanden (31%) und Finnland (28%) ein¹²⁾. Die Bauelementeproduktion dürfte in Österreich auch von den vergleichsweise niedrigen Löhnen profitieren, die insbesondere Frauen in weniger entwickelten Regionen gezahlt werden. Die österreichische Entwicklung, d. h. ein Steigen des Anteils der Bauelementefertigung in der Elektronikindustrie, weicht auch vom allgemeinen westeuropäischen Trend seit 1976 ab. In den meisten westeuropäischen Ländern sinkt bzw. stagniert dieser Anteil (siehe dazu Übersicht 9).

Zu den Eigentümlichkeiten der warenmäßigen Zusammensetzung der österreichischen Produktion von Bauelementen für die Elektronikindustrie zählen:

- der hohe Anteil von passiven Komponenten,
- der hohe Anteil von Röhren, insbesondere von Bildröhren für Fernsehempfangsgeräte,
- das Fehlen von (monolithisch) integrierten Halbleiterschaltungen (bis zum Jahr 1981).

Obwohl sich in der warenmäßigen Zusammensetzung der österreichischen Bauelementefertigung eine durchaus sinnvolle Spezialisierung auf bestimmte Produktgruppen im Rahmen einer weltweiten bzw. europaweiten Arbeitsteilung spiegelt, scheint es sich insgesamt doch um eine Konzentration auf Produkte mit vergleichsweise mäßigen Wachstumsaussichten zu handeln. Für diese Auffassung spricht zumindest die Gegenüberstellung der oben erwähnten internationalen Prognosen zum Wachstum der Märkte für elektronische Bauelemente mit der Struktur der österreichischen Bauelementeproduktion (siehe Übersicht 10).

Im Hinblick auf die unterschiedlichen Wachstumsaussichten im Bereich der elektronischen Bauelemente

¹²⁾ Irland und Schottland werden im genannten Mackintosh Yearbook nicht separat ausgewiesen, dürften aber ähnlich hohe Bauelementequoten wie Österreich haben

Übersicht 10

Struktur der Bauelementeproduktion Österreichs und internationale Wachstumsaussichten

	Anteile der Produktgruppen 1979	Marktprognosen 1980/1985		
		BRD	Westeuropa	Westliche Welt
	in %	Durchschnittliche jährliche Veränderung (nominal) in %		
Aktive Bauelemente	38	9,7	9,9	9,6
Röhren	29	4,2	4,3	3,0
Diskrete Halbleiter	9	3,3	3,7	3,8
Integrierte Schaltungen (monolithisch)	0	14,9	15,7	14,6
Passive Bauelemente	62	3,9	4,8	4,9
Kondensatoren	26			
Widerstände	14			
Kleintrafos	6			
Spulen	7			
Relais	9			
Summe Bauelemente	100	7,2	7,7	7,9

Q: Mackintosh Yearbook 1979 Electronics International Siemens-Marktforschung — ¹⁾ Ohne Bildröhren

ist die Aufnahme der Erzeugung von monolithisch integrierten Halbleiterschaltungen¹³⁾ als Strukturverbesserung der österreichischen Bauelementeproduktion anzusehen, obwohl die Konkurrenzverhältnisse auf den internationalen Märkten für integrierte Schaltungen keineswegs problemlos sind und in Teilbereichen die Gefahr von Überkapazitäten besteht.

Der österreichische Markt für integrierte Schaltungen¹⁴⁾ wird auf rund 340 Mill. S im Jahr 1979 geschätzt. Dieser Wert entspricht einem Anteil am westeuropäischen Markt von etwa 1,7% bzw. von 0,4% am Markt der westlichen Welt. Infolge der geringen Größe des österreichischen Marktes muß jede rein kommerzielle Massenfertigung von integrierten Schaltungen grundsätzlich auch auf den Export ausgerichtet sein. Für die Errichtung von Anlagen, die teils der Entwicklung und teils der zahlenmäßig beschränkten Produktion von kostenunempfindlichen Spezierschaltungen dienen, könnten natürlich auch andere Überlegungen ausschlaggebend sein.

Die Vorstellung, daß es mittels einer heimischen Fertigung von monolithisch integrierten Schaltungen allein gelingen könnte, vorhandene oder künftige Bedürfnisse der professionellen österreichischen Abnehmer an integrierten Schaltungen weitflächig und konkurrenzfähig zu befriedigen, scheint angesichts der Größe und Struktur des Marktes in Österreich nicht den Realitäten zu entsprechen. Die Nachfrage der

¹³⁾ Die Siemens Bauelemente OHG hat in Villach mit einem Investitionsaufwand von ca. 400 Mill. S eine moderne Fabrik für die Erzeugung monolithisch integrierter Halbleiterschaltungen errichtet. Die Produktion wurde 1981 aufgenommen. Das gleichzeitig in Villach errichtete Entwicklungszentrum für Mikroelektronik, an dem Siemens zu 74,9% und die ÖIAG zu 25,1% beteiligt sind, ist in die dortige Halbleiterfabrik organisatorisch nicht eingebunden. Das Entwicklungszentrum hat direkten Zugang zum Know How des Bauelementebereichs von Siemens-München und hat die Aufgabe, Masken für integrierte Schaltungen sowie die dazugehörige Prüf- und Meßtechnik zu entwickeln.

¹⁴⁾ Er entspricht der Nachfrage der Hersteller von Elektronikgeräten in Österreich.

Übersicht 12

Die Elektronikgeräteproduktion Österreichs im internationalen Vergleich
(Anteile der Sparten)

	Österreich	BRD	Westeuropa	USA	Japan	Westliche Welt ¹⁾
	in %					
Datentechnik	4,7	15,8	16,0	27,7	19,1	20,6
Nachrichtentechnik	9,3	15,8	24,7	22,8	11,6	20,6
Meß-, Steuer- und Regeltechnik	7,3	16,3	12,8	17,7	6,7	13,2
Energietechnik	25,0	5,3	4,8	4,1	4,4	4,6
Unterhaltungselektronik	36,0	16,2	14,9	6,7	22,2	15,0
Haushaltselektronik	9,6	20,1	17,4	12,4	15,0	14,7
Autoelektronik	0,6	8,0	7,1	5,0	9,0	6,2
Freizeit elektronik	7,5	2,5	2,3	3,6	12,0	5,1
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Q: Österreichisches Statistisches Zentralamt Fachverband Elektroindustrie, ZVEI, Siemens-Marktforschung, Mackintosh Yearbook 1979 — ¹⁾ Welt ohne RGW-Länder und ohne Volksrepublik China

heimischen Geräteindustrie ist einerseits stark aufgesplittert und andererseits konzernmäßig gebunden. Eine ins Gewicht fallende homogene heimische Nachfrage gibt es derzeit nur im Bereich der Unterhaltungselektronik (insbesondere Fernsehgeräte, Videorecorder) und der Telekommunikation (Digitalisierung des Fernsprechnetzes). Im Gegensatz zur Schweiz, wo der Bedarf einer traditionell bedeutsamen Branche wie der Uhrenindustrie das Entstehen einer nationalen Halbleiterindustrie gefördert hat, fehlt in Österreich ein derartig homogener Markt. Es ist schwierig, unter den gegebenen Verhältnissen in Österreich ein ähnliches Zusammenwirken auf nationaler Ebene zwischen der Geräteindustrie und der Halbleiterindustrie herbeizuführen. Ansatzpunkte dafür sind am ehesten noch in jenen Bereichen gegeben, wo entweder die öffentliche Hand (direkt oder indirekt) als Nachfrager auftritt und für einen ausreichend großen Markt sorgen kann (z. B. Nachrichtentechnik, medizinische Technik, Energietechnik, periphere Datentechnik), oder wo das fundamentale Interesse der österreichischen Geräte-, Maschinen- und Anlagenbau-Industrie den Anstoß geben könnte (z. B. Meß-, Steuer- und Regeltechnik). Ähnlich wie in der Schweiz wird man auch in Österreich auf Kooperationen mit der internationalen Halbleiterindustrie nicht verzichten können.

Elektronikgeräteproduktion in Österreich

Elektronische Geräte werden vornehmlich von der Elektroindustrie, Maschinenindustrie, Fahrzeugindustrie sowie der Eisen- und Metallwarenindustrie erzeugt. Die Geräteindustrie ist der direkte Abnehmer für die Produkte der Bauelemente- bzw. Halbleiterindustrie. Die Abgrenzung der Geräteindustrie ist fließend und hängt auch vom jeweiligen Untersuchungszweck ab. Zur Zeit ist sicherlich nur ein Teil des Pro-

duktionsprogramms der vorhin genannten Industriezweige für den Einsatz der Mikroelektronik unmittelbar relevant.

Die übliche Abgrenzung der Elektronikgeräteproduktion ist auch enger und konzentriert sich auf die Elektrotechnik und jene Bereiche der (Fein-)Mechanik, die im Begriffe sind, durch die Elektronik ersetzt zu werden (siehe auch Definition der Elektronikgeräteproduktion im Anhang). Nach dieser Art von Definition erreichte die Elektronikgeräteproduktion Österreichs im Jahr 1978 einen Wert¹⁵⁾ von 22 Mrd. S. Der überwiegende Teil (über 90%) dieser Produktion kommt aus dem Bereich der Elektroindustrie (Mitgliedfirmen des Fachverbands der Elektroindustrie und der Bundesinnung der Elektro-, Radio- und Fernsehtechniker). Die restliche Produktion stammt aus dem Bereich der Eisen- und Metallwarenindustrie, der Maschinenindustrie und der Fahrzeugindustrie. Die Schwäche Österreichs im Bereich der technischen Verarbeitungsindustrie ("engineering industries"), auf die in der Vergangenheit wiederholt hingewiesen wurde¹⁶⁾, zeigt sich auch in dem verhältnismäßig geringen Umfang der Elektronikgeräteproduktion. Mit einem Anteil von 0,75% an der Elektronikgeräteproduktion der westlichen Welt bleibt Österreich deutlich unter den entsprechenden Anteilen des Brutto-Nationalproduktes bzw. der Industrieproduktion. Ein Vergleich Österreichs mit der Bundesrepublik Deutschland zeigt, daß in diesem Nachbarland die Industrieproduktion etwa den 10fachen Umfang erreicht, die Elektronikgeräteproduktion jedoch den 15- bis 16fachen Umfang.

Die Struktur der österreichischen Elektronikgeräteproduktion ist durch die starke Konzentration auf die

Übersicht 11

Die Elektronikgeräteproduktion Österreichs im internationalen Vergleich
(Produktionswert 1978)

	Österreich	BRD	Westeuropa	USA	Japan	Westliche Welt ¹⁾
	in Mrd. S					
Datentechnik	1,03	53,9	154,0	350,0	98,0	609,0
Nachrichtentechnik	2,05	53,9	238,0	287,0	59,5	606,9
Meß-, Steuer- und Regeltechnik	1,61	55,3	123,2	224,0	34,3	388,5
Energietechnik	5,49	18,2	46,2	51,8	22,4	135,8
Unterhaltungselektronik	7,91	55,3	144,2	84,0	113,4	442,4
Haushaltselektronik	2,12	68,6	168,0	156,8	77,0	434,0
Autoelektronik	0,14	27,3	68,6	63,0	46,2	182,0
Freizeit elektronik	1,65	8,4	22,4	44,8	61,6	149,8
Summe	22,00	340,9	964,6	1261,4	512,4	2948,4
Regionale Anteile in %	0,75	11,6	32,7	42,8	17,4	100,0

Q: Österreichisches Statistisches Zentralamt Fachverband Elektroindustrie, ZVEI, Siemens-Marktforschung, Mackintosh Yearbook 1979 — ¹⁾ Welt ohne RGW-Länder und ohne Volksrepublik China

¹⁵⁾ Fabriksabgabepreise bzw. Verrechnungspreise laut Definition des Produktionswertes der Industrie- und Gewerbestatistik (jeweils 1. Teil) des Österreichischen Statistischen Zentralamtes.

¹⁶⁾ Siehe z. B. Seidel (1974), Bayer (1978), Schenk (1979) Tichy (1979) Urban (1980) Kramer (1980).

Übersicht 13

Wachstumsaussichten der Elektronikgeräteproduktion bis 1985

	Struktur der österreichischen Produktion 1978	Wachstumsprognosen 1978/1985 (zu laufenden Preisen)	
		Westeuropa	Westliche Welt ¹⁾
	Anteile der Sparten in %	Durchschnittliche jährliche Veränderung in %	
Datentechnik	47	12,3	10,4
Nachrichtentechnik	9,3	8,3	8,0
Meß-, Steuer- und Regeltechnik	7,3	7,9	7,0
Energietechnik	25,0	6,1	6,2
Unterhaltungselektronik	36,0	7,0	7,2
Haushaltselektronik	9,6	7,6	5,5
Autoelektronik	0,6	8,2	7,5
Freizeitelektronik	7,5	9,4	9,7
Summe	100,0	8,6	7,9

Q: Österreichisches Statistisches Zentralamt Fachverband Elektroindustrie, ZVEI Siemens-Marktforschung, Mackintosh Yearbook 1979 — ¹⁾ Welt ohne RGW-Länder und ohne Volksrepublik China

Sparten Unterhaltungselektronik und Energietechnik gekennzeichnet. Anteilsmäßig stark vertreten war auch die Freizeitelektronik, doch gerade in diesem Bereich sind in letzter Zeit große Produktionskapazitäten stillgelegt worden.

Ähnlich wie bei der Bauelementeproduktion läßt sich auch von der derzeitigen Struktur der Elektronikgeräteproduktion Österreichs sagen, daß sie in Hinblick auf die internationalen Prognosen nicht besonders wachstumsträchtig sein dürfte (siehe dazu Übersicht 13). Die voraussichtlich besonders rasch wachsenden Sparten Datentechnik und Nachrichtentechnik sind in Österreich unterrepräsentiert¹⁷⁾. Für die in Österreich stark vertretene Sparte der Unterhaltungselektronik zeichnet sich eine scharfe Konkurrenz durch die japanische Geräteindustrie ab.

Mikroelektronik in der österreichischen Geräteindustrie

In diesem Abschnitt wird versucht darzustellen, inwieweit die Mikroelektronik in der Form von integrierten Schaltungen bereits Eingang in die Produktion gefunden hat oder bis 1985 voraussichtlich finden wird. Diese Fragestellung betrifft in erster Linie die Branchen Elektroindustrie, Maschinenindustrie, Fahrzeugindustrie sowie Eisen- und Metallwarenindustrie.

Die Geräteindustrie wurde in den mündlichen und schriftlichen Unternehmensbefragungen besonders berücksichtigt. Insgesamt liegen für 92 Firmen aus der Geräteindustrie (d. h. Firmen aus den Fachverbänden Elektro-, Maschinen-, Fahrzeug-, Eisen- und Metallwarenindustrie) beantwortete Fragebögen bzw

¹⁷⁾ Durch die Aufnahme der Mikrocomputerproduktion im Elektronikwerk Wien der Firma Philips dürfte sich ab 1980 der Anteil der Datentechnik an der Elektronikgeräteproduktion Österreichs erhöhen.

Interviewprotokolle vor. Auf diese Weise konnten 45% der Beschäftigten und 50% der Umsätze in den eben genannten Branchen erfaßt werden. Für bestimmte Fragestellungen, wie z. B. Schätzungen des Verbreitungsgrads der Mikroelektronik an Hand der Firmenzahl (zusätzlich gewichtet mit Beschäftigten bzw. Umsätzen), ist die Repräsentation noch höher. Zur Abschätzung des Verbreitungsgrads der Mikroelektronik in den Produkten der Geräteindustrie liefern die Ergebnisse der Unternehmensbefragungen verschiedene Kennzahlen und qualitative Angaben:

1. Anzahl der Verwenderrfirmen, wobei eine Gewichtung mit Beschäftigtenzahlen und Umsätzen möglich ist;
2. Investitionsaufwand in Zusammenhang mit dem Einsatz der Mikroelektronik;
3. Zahl und Art der Produkte, in welche die Mikroelektronik Eingang gefunden hat;
4. Wert der Mikroelektronik im Verhältnis zum Gerätewert bzw. Umsatz;
5. direkt mit der Anwendung der Mikroelektronik verbundene Personaländerungen.

Meldeausfälle und Definitionsschwierigkeiten haben zu sehr großen Unterschieden in Qualität und Repräsentationswert der angeführten Kennzahlen und qualitativen Angaben geführt. Ausreichend abgesichert dürften die Verbreitungsgrade hinsichtlich der Zahl der Anwenderfirmen einschließlich der beiden Gewichtungsvarianten sein ("interfirm diffusion"). Viel schwieriger und unsicherer ist die Abschätzung der Anwendungsintensität innerhalb der Unternehmen ("intrafirm diffusion"). Beide Aspekte der Diffusion sind für die sozialen und ökonomischen Effekte wichtig.

Die mündlichen und schriftlichen Unternehmensbefragungen liefern über die Verbreitung der Mikroelektronik in den Produkten der österreichischen Geräteindustrie folgendes Bild:

Von den 140 angeschriebenen bzw. interviewten Industriefirmen¹⁸⁾ aus dem Bereich Maschinen- und Fahrzeugbau, Elektrotechnik und Eisen- und Metallwarenindustrie gaben 37 Firmen (26,4%) an, daß sie im Jahr 1979 zumindest für eines ihrer Produkte Mikroelektronik verwendeten. Von weiteren 14 Firmen wird gemeldet, daß es eine konkrete Entwicklung bzw. Planung gibt, Mikroelektronik bis 1985 in den Produkten einzusetzen. Auf diese Weise werden 1985 voraussichtlich 51 von 140 Firmen (36,4%) die Mikroelektronik für zumindest eines ihrer Produkte verwenden (siehe Übersicht 14).

Die Gewichtung der erfaßten Firmen mit der Zahl der Beschäftigten läßt erkennen, daß die Mikroelektronik unter den größeren Firmen bereits mehr Verbreitung

¹⁸⁾ Die Firmen wurden in der Form einer geschichteten Stichprobe aus den rund 1.500 Industriefirmen ausgewählt, die am Investitionstest des Institutes teilnehmen. Großbetriebe mit mehr als 3.000 Beschäftigten wurden vollzählig erfaßt.

Übersicht 14

Verbreitung des Einsatzes von Mikroelektronik in der österreichischen Geräteindustrie 1979 bis 1985
(Ergebnisse der mündlichen und schriftlichen Unternehmensbefragungen)

	Zahl der Firmen (Beschäftigte 1979)			
	Alle erfaßten Firmen	Anwenderfirmen mit Mikroelektronik im Produkt		
		1979	1985	
Elektroindustrie	48 (42.279)	24 (36.427)	27 (36.989)	
Maschinenindustrie	52 (50.861)	10 (23.657)	17 (33.962)	
Eisen- und Metallwarenindustrie	30 (15.225)	3 (4.361)	5 (4.940)	
Fahrzeugindustrie	10 (21.935)	0 (0)	2 (16.850)	
Summe	140 (130.300)	37 (63.445)	51 (92.741)	

Q: WIFO-Sonderbefragung Mikroelektronik WIFO-Investitionstest Interviews

gefunden hat als unter den kleineren¹⁹⁾. Allerdings beschränkte sich der Einsatz der Mikroelektronik in den großen Firmen häufig auf einen kleinen Teil des Erzeugungsprogramms.

Die branchenmäßige Gliederung der Befragungsergebnisse zeigt erwartungsgemäß, daß die Elektroindustrie in der Anwendung der Mikroelektronik deutlich vor dem Maschinenbau, der Eisen- und Metallwarenindustrie und der Fahrzeugindustrie führt. In der Elektroindustrie setzten 1979 bereits 50% der erfaßten Firmen die Mikroelektronik für zumindest eines ihrer Produkte ein, im Maschinenbau waren es 19%, in der Eisen- und Metallwarenindustrie 10%, im Fahrzeugbau keine der Firmen. Der deutliche Vorsprung der Elektroindustrie hinsichtlich der Verbreitung des Einsatzes der Mikroelektronik in den Produkten wird sich jedoch bis 1985 aller Voraussicht nach verringern, da der Diffusionsprozeß ("interfirm diffusion") in den übrigen Branchen der Geräteindustrie rascher

¹⁹⁾ In den erfaßten 140 Firmen waren im Jahr 1979 durchschnittlich 931 Personen je Firma beschäftigt, in den 37 Anwenderfirmen des Jahres 1979 hingegen durchschnittlich 1.715 Personen pro Firma

vor sich gehen wird. Ein Verbreitungsgrad wie in der Elektroindustrie wird allerdings bis 1985 in den übrigen Branchen bei weitem nicht erreicht werden. Die Hochschätzung von Diffusionsergebnissen aus den Firmenbefragungen auf die Gesamtheit der österreichischen Geräteindustrie wird trotz des verhältnismäßig hohen Repräsentationsgrads durch die erkennbaren produkt-, größen- und branchenspezifischen Besonderheiten erschwert. Nach den bisherigen Erfahrungen muß die Hochschätzung zumindest nach Branchen und Betriebsgrößenklassen gegliedert vorgenommen werden. Zusätzliche Unsicherheiten bringt die Einbeziehung der Gewerbebetriebe in die Hochschätzung mit sich, da der Gewerbebereich nicht wie die Industrie durch regelmäßige Primärerhebungen des Institutes erfaßt wird. Für diesen Bereich fehlen daher auch die Möglichkeiten zur Kontrolle von Firmenangaben.

Die Hochschätzung an Hand der Ergebnisse der gewerblichen Betriebszählung 1976 (*Österreichisches Statistisches Zentralamt*, 1979) verfolgt das Ziel, die wirtschaftliche Bedeutung der Mikroelektronik für die österreichische Geräteindustrie an Hand einer Gegenüberstellung des Wertes der eingesetzten mikroelektronischen Systeme mit dem gesamten Umsatz (Brutto-Produktionswert) dieses Sektors zu illustrieren. Die Relation Mikroelektronik / Geräteindustrie (Verbreitungsgrad) wird als Produkt der "interfirm diffusion" (Anteil der Anwenderunternehmen, gemessen an den Beschäftigten) und der "intrafirm diffusion" (unternehmensinterner Anwendungsgrad, gemessen am Verhältnis des Wertes der eingesetzten Mikroelektronik zum Firmenumsatz) errechnet. Der unternehmensinterne Anwendungsgrad wird noch in zwei Faktoren aufgespalten: in das Verhältnis Mikroelektronik zu Gerätewert und in den Anteil der mikroelektronisch ausgerüsteten Geräte(gruppen) am gesamten Produktionsprogramm.

Übersicht 15

Komponenten der Verbreitung der Mikroelektronik in der österreichischen Geräteindustrie 1979 und 1985

Größenklasse (Zahl der Beschäftigten)	"interfirm diffusion"		"intrafirm diffusion"				Verbreitungsgrad	
	Anteil der Anwenderfirmen gemessen an den Beschäftigten in %		Anteil der Produkte mit Mikroelektronik am Umsatz der Anwenderfirmen in %		Anteil der Mikroelektronik am Gerätewert in %		Anteil der Mikroelektronik am Gesamtumsatz in %	
	1979	1985	1979	1985	1979	1985	1979	1985
<i>Elektrotechnik</i>								
bis 9 ..	5	8	50	80	12	20	0,3	1,3
10 bis 99	35	40	40	60	8	14	1,1	3,4
100 bis 999	40	45	40	70	13	17	2,1	5,4
1.000 und mehr	95	100	30	50	5	10	1,4	5,0
<i>Maschinenbau</i>								
100 bis 999	20	35	30	50	7	10	0,4	1,8
1.000 und mehr	60	80	40	60	5	7	1,2	3,4
<i>Fahrzeugbau</i>								
100 bis 999	—	20	20	30	—	3	—	0,1
1.000 und mehr	—	80	—	50	—	3	—	1,2
<i>Eisen- und Metallwaren Feinmechanik</i>								
100 und mehr	20	30	25	35	10	10	0,5	1,1

Q: Firmenbefragungen

Übersicht 16

Wert der Mikroelektronik in der österreichischen Geräteproduktion 1979 und 1985

Wirtschaftsklasse	1979	1985 ¹⁾	1979	1985 ¹⁾
	in Mill. S zu laufenden Preisen		in % des Brutto-Produktionswertes	
56/57 Elektrotechnik	823	1 893	1,6	4,9
54/55 Maschinenbau	153	872	0,4	1,4
58 Fahrzeugbau	—	301	—	0,5
53 + 59 Metallwaren und Feinmechanik	94	312	0,3	0,6
53 bis 59 Summe	1.070	5 378	0,8	2,1

Q: Betriebszählung 1976 Unternehmensbefragungen — ¹⁾ Projektion unter der Annahme eines durchschnittlichen jährlichen Wachstums der Geräteproduktion von 7% (zu laufenden Preisen 1976/1985) und konstanter Basisgewichtung lt Betriebszählung 1976

Diese Art der Zerlegung des Verbreitungsgrads nützt die Informationen aus den Firmenbefragungen bestmöglich aus und macht außerdem die Hochschätzung übersichtlicher und leichter nachvollziehbar (siehe Übersicht 15).

Auf Grund des hochgeschätzten Verbreitungsgrads läßt sich der Wert der Mikroelektronik, der in der österreichischen Geräteproduktion enthalten ist, für das Jahr 1979 mit insgesamt etwa 1 Mrd. S beziffern. Dieser Wert entspricht rund 0,8% des Brutto-Produktionswertes der Wirtschaftsklassen 53 bis 59 bzw. rund 0,2% des gesamten Brutto-Produktionswertes der Wirtschaftsabteilungen 3/4/5 (Verarbeitendes Gewerbe, Industrie). Die Projektion²⁰⁾ für das Jahr 1985 ergibt einen Anteil der Mikroelektronik am Wert der Geräteproduktion von 2,1% (siehe Übersicht 16)

Einsatz von Mikroelektronik im industriellen Produktionsprozeß und Bürobereich

In diesem Abschnitt wird versucht, die Verbreitung des Einsatzes von Geräten, Maschinen und Anlagen darzustellen, die mit Mikroelektronik ausgestattet sind. Diese Fragestellung betrifft die gesamte Industrie und nicht nur einzelne Branchen. Das entsprechende Datenmaterial liegt aus den mündlichen und schriftlichen Firmenbefragungen vor.

Von den 304 erfaßten Firmen²¹⁾ meldeten 112 Firmen, daß sie im Jahr 1979 mit Mikroelektronik ausgestattete Geräte, Maschinen und Anlagen im Produktionsprozeß verwenden. Weitere zehn der erfaßten Firmen planen konkret, solche Geräte u. a. spätestens bis zum Jahr 1985 zu verwenden (siehe Übersicht 17).

Mit Mikroelektronik ausgerüstete Geräte, Maschinen und Anlagen für den Produktionsprozeß haben insbe-

²⁰⁾ Unter der Annahme konstanter Gewichte der Wirtschaftsklassen und Betriebsgrößenklassen (Basis: Betriebszählung 1976).

²¹⁾ 265 Firmen wurden schriftlich befragt (Sondererhebung im Rahmen des Investitionstests vom Herbst 1979) bei weiteren 39 Firmen wurden Interviews durchgeführt

Übersicht 17

Verbreitung des Einsatzes von mikroelektronischen Geräten in den Produktionsprozessen der österreichischen Industrie 1979 und 1985

(Ergebnisse der mündlichen und schriftlichen Unternehmensbefragungen)

	Zahl der Firmen (Beschäftigte 1979)			
	Alle erfaßten Firmen		Anwenderfirmen mit Mikroelektronik im Produktionsverfahren	
	1979	1985	1979	1985
Bergbau, Eisenhütten, Erdöl	3 (52 250)	3 (52 250)	3 (52 250)	3 (52 250)
NE-Metalle Gießereien	9 (3 896)	2 (1 339)	2 (1 339)	2 (1 339)
Steine-Keramik Glas	21 (8 850)	3 (1 040)	3 (1 040)	3 (1 040)
Chemie	20 (8 369)	7 (5 225)	7 (5 225)	7 (5 225)
Papier	17 (5 804)	5 (2 518)	7 (3 408)	7 (3 408)
Sägeindustrie, Holzverarbeitung	16 (4 514)	2 (340)	2 (340)	2 (340)
Nahrungs- und Genußmittel	16 (8 600)	4 (1 773)	4 (1 773)	4 (1 773)
Textilindustrie	22 (11 171)	10 (6 370)	10 (6 370)	10 (6 370)
Bekleidung und Leder	30 (11 396)	6 (4 233)	6 (4 233)	6 (4 233)
Maschinenindustrie	52 (50 861)	23 (39 528)	24 (40 058)	24 (40 058)
Fahrzeugindustrie	10 (21 935)	4 (19 530)	4 (19 530)	4 (19 530)
Eisen- und Metallwaren	30 (15 225)	10 (7 283)	12 (7 627)	12 (7 627)
Elektroindustrie	48 (42 279)	29 (38 724)	33 (38 965)	33 (38 965)
Graphisches Gewerbe	10 (3 064)	4 (1 768)	5 (1 988)	5 (1 988)
Industrie insgesamt	304 (248 214)	112 (181 921)	122 (184 126)	122 (184 126)

Q: WIFO-Sonderbefragung Mikroelektronik WIFO-Investitionstest Interviews

sondere in Firmen der Eisen- und Stahl-, Chemie-, Elektro- und Textilindustrie und im graphischen Gewerbe Eingang gefunden. In den verfahrenstechnischen Branchen (Eisen- und Stahlindustrie, Chemieindustrie, Papierindustrie) wird die Mikroelektronik in erster Linie für die automatische Steuerung komplizierter Abläufe eingesetzt. In den metallverarbeitenden Branchen findet sich die Mikroelektronik vor allem in den numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen. Auch im Bereich der Textil- und Bekleidungsindustrie lassen sich mit Hilfe der Mikroelektronik in nennenswertem Umfang Produktionsabläufe automatisieren. Prüf- und Meßgeräte mit Mikroelektronik sind in der Elektroindustrie weit verbreitet. Im graphischen Gewerbe hat die Mikroelektronik mit der Umstellung auf den Lichtsatz stürmischen Einzug gehalten.

Der Einsatz von EDV im Büro- und Verwaltungsbereich von Industriebetrieben ist stark verbreitet. Im Rahmen der schriftlichen Befragung meldeten insgesamt nur 15% bis 20% der Industriefirmen, daß keine EDV eingesetzt wird. Allerdings zeigte sich, daß dieser Anteil mit rund 35% in der Firmengruppe ohne Mikroelektronikanwendung höher ausfiel als in den beiden Anwenderfirmengruppen.

Der Einsatz von EDV an sich sagt noch nicht allzu viel über die Verbreitung der Mikroelektronik im Bürobereich aus. Typisch für die moderne Mikroelektronik sind EDV-Konfigurationen mit sogenannter "dezentraler Intelligenz", d. h. mit Ein- bzw. Ausgabengeräten, die es dem Benutzer gestatten, im Dialogverkehr mit einem zentralen Rechner und/oder anderen peripheren Geräten zu kommunizieren. Die Verbreitung von Bildschirmgeräten ist mit der Verbreitung von de-

Übersicht 18

Bildschirmgerätedichte in der österreichischen Industrie

	Zahl der Beschäftigten pro Bildschirmgerät	
	1979	1985
Steine-Keramik	1 478	246
Glas	—	—
Chemie	153	63
Papier	220	51
Säge	—	43
Holz	351	351
Nahrungs- und Genußmittel	246	52
Leder	165	113
Gießereien	195	109
NE-Metalle	722	90
Maschinen	162	51
Fahrzeuge	—	—
Eisen- und Metallwaren	235	85
Elektro	109	42
Textil	308	105
Bekleidung	288	156
Graphisches Gewerbe	142	57
Summe	209	71

Q: Firmenbefragungen

zentral organisierten EDV-Systemen ziemlich eng gekoppelt und dürfte somit in erster Annäherung eine brauchbare Variable zur Messung des Verbreitungsgrads der Anwendung von Mikroelektronik im Bürobereich sein.

An Hand der Ergebnisse der schriftlichen Firmenbefragung läßt sich die Verbreitung von Bildschirmgeräten in der österreichischen Industrie abschätzen. Im erfaßten Bereich der Industrie (ohne Bergbau und Stahlindustrie) gab es 1979 schätzungsweise 2.900 Bildschirmgeräte. Die Zahl der Bildschirmgeräte wird nach den Firmenangaben bis 1985 um durchschnittlich etwa 20% pro Jahr wachsen; 1985 würden demnach in der Industrie voraussichtlich etwa 8.500 Bildschirmgeräte eingesetzt werden.

Dementsprechend steigt auch die Bildschirmgerätedichte bzw. sinkt die Zahl der Beschäftigten pro Bildschirmgerät in der Industrie. Im Jahr 1979 kamen 209 Industriebeschäftigte auf ein Bildschirmgerät, 1985 werden es nur noch etwa 70 sein.

Die größte Bildschirmgerätedichte ist in den Branchen Chemie-, Papier-, Maschinen-, Elektroindustrie und im graphischen Gewerbe festzustellen (siehe Übersicht 18).

Investitionsaufwand im Zusammenhang mit der Umstellung auf Mikroelektronik

Insbesondere die schriftliche Unternehmensbefragung brachte einige brauchbare Hinweise auf die Größenordnung des Investitionsaufwands im Zusammenhang mit der Umstellung auf Mikroelektronik. Auswertbare Meldungen von insgesamt 45 Firmen haben ergeben, daß der Anteil der Investitionen für Mikroelektronik in den vergangenen Jahren an den

gesamten Brutto-Anlageinvestitionen jener Firmen, die auf Mikroelektronik umgestellt haben, durchschnittlich etwa 6% erreicht hat. Bei der Berechnung wurden nur jene Jahre berücksichtigt, in denen Investitionen für Mikroelektronik getätigt wurden. Bei der Mehrzahl der Firmen waren dies die Jahre seit 1975.

Firmen, die Mikroelektronik in ihren eigenen Produkten verwenden, melden einen deutlich höheren Mikroelektronik-Investitionsanteil (rund 9%) als jene Firmen, die mikroelektronisch ausgerüstete Geräte für Produktionszwecke einsetzen (rund 5%).

In beiden Firmengruppen ist zu beobachten, daß der Aufwand für Mikroelektronik-Investitionen 1980 anteilmäßig deutlich über dem Durchschnitt der vergangenen Jahre liegt (siehe auch Übersicht 19).

Übersicht 19

Investitionsaufwand der Industrie im Zusammenhang mit der Umstellung auf Mikroelektronik

	Zahl der meldenden Firmen	Investitionen insgesamt ¹⁾	Investitionen für Mikroelektronik ²⁾	Anteil an den Investitionen insgesamt in %
		Mill S	Mill S	
In den Jahren bis 1979 ³⁾				
<i>Gruppe A</i>				
Firmen mit Mikroelektronik im eigenen Produkt	11	1 074	99	9,2
<i>Gruppe B</i>				
Firmen mit Mikroelektronik im Produktionsprozeß	34	4 197	200	4,8
Summe	45	5 271	299	5,7
Für 1980 vorgesehen				
<i>Gruppe A</i>				
Firmen mit Mikroelektronik im eigenen Produkt	6	195	36	18,5
<i>Gruppe B</i>				
Firmen mit Mikroelektronik im Produktionsprozeß	14	218	18	8,3
Summe	20	413	54	13,1

Q: WIFO-Sonderbefragung Mikroelektronik, WIFO-Investitionstest — ¹⁾ Brutto-Sachanlageinvestitionen — ²⁾ Laut Firmenangaben — ³⁾ Berücksichtigt wurden nur jene Jahre in denen Investitionen für Mikroelektronik getätigt wurden

Im Rahmen der mündlichen Interviews wurde von den befragten Firmen wiederholt festgestellt, daß es sich bei der Umstellung auf Mikroelektronik typischerweise um einen mehrjährigen Prozeß handelt bzw. überhaupt um eine schwer zu datierende kontinuierliche Veränderung. Diese Meinung wurde durch die Ergebnisse der schriftlichen Befragung insofern bestätigt, als Mikroelektronik-Investitionen rückblickend immer für einen Zeitraum von mehreren Jahren gemeldet wurden. Eine Ausnahme stellen nur jene Firmen dar, bei denen die Umstellung gerade erst begonnen hat.

Ein bis 1985 steigender Anteil von Mikroelektronik-Investitionen ist auch auf Grund der Beobachtung plausibel, daß ein größerer Anteil der meldenden Firmen "erhebliche Veränderungen" durch die Umstellung auf Mikroelektronik erwartet.

Auswirkungen der Mikroelektronik auf die Arbeitsproduktivität in der österreichischen Industrie

Ein Teil der befragten Firmen (72 Firmen mit insgesamt 34 318 Beschäftigten im Jahr 1979) hat Beschäftigten- und Umsatzprognosen für das Jahr 1985 abgegeben. Insgesamt erwarten diese Firmen für die Periode 1979 bis 1985 einen Beschäftigtenzuwachs von 4,5% und ein Umsatzwachstum (zu konstanten Preisen 1979) von 30,3%. Dies ergibt eine jährliche Steigerung der realen Arbeitsproduktivität (Umsätze je Beschäftigten) von durchschnittlich 3,7%. Diese Steigerungsrate entspricht ziemlich genau jenem Wert, der für die gesamte Industrie zwischen 1971 und 1979 beobachtet werden konnte: sie liegt jedoch unter dem langfristigen Trend (1955 bis 1979) von 4,5%

Erste Hinweise auf die Dimension der produktivitätssteigernden Wirkungen der Mikroelektronik liefert ein Vergleich der prognostizierten mit den bisherigen Produktivitätsentwicklungen, gegliedert nach den Mikroelektronik-Verwendergruppen (siehe Übersicht 20). Die Ergebnisse dürfen jedoch schon auf Grund der Grenzen der verwendeten Methoden nicht überbewertet werden. Der Vergleich von beobachteten und prognostizierten Werten birgt generell die Gefahr systematischer Verzerrungen in sich. Im besonderen war auch die Stichprobe zu klein, um firmen- bzw. branchenspezifische Unterschiede, die nicht auf den Einsatz der Mikroelektronik zurückzuführen sind, ausschalten zu können.

Die Gruppe von Firmen, die Mikroelektronik in den eigenen Produkten einsetzt, erwartet eine Beschleunigung des jährlichen Produktivitätswachstums um 0,5 Prozentpunkte (+4,3% für 1979 bis 1985 nach +3,8% für 1970 bis 1979). Die Gruppe von Firmen, die mikroelektronische Geräte u. a. im Produktionsprozeß einsetzt, rechnet mit einer nur geringfügigen

Zunahme des Produktivitätswachstums (+3,3% für 1979 bis 1985 nach +3,1% für 1970 bis 1979) Hingegen prognostizierten jene Firmen, die keine Mikroelektronik im Produkt und im Produktionsprozeß verwenden, einen leichten Rückgang des Produktivitätswachstums von +3,6% (1970 bis 1979) auf +3,4% (1979 bis 1985).

Aus den genannten Differenzen läßt sich ein produktivitätssteigernder Effekt der Mikroelektronik im Bereich der Industrie in der Größenordnung von 0,4% bis 0,7% pro Jahr ableiten.

Die Ergebnisse der mündlichen und schriftlichen Firmenbefragungen erlauben es auch unter bestimmten Annahmen, die arbeitsparenden Effekte der Mikroelektronik im Bereich der Industrie nach verschiedenen Komponenten gegliedert abzuschätzen. Unter der Annahme konstanter Produktion wurden die arbeitsparenden Effekte durch

- Umstellung der Produkte auf Mikroelektronik in der Geräteindustrie (entspricht im wesentlichen der "Verringerung der Fertigungstiefe" durch den Wegfall mechanischer, elektromechanischer und anderer Bauteile und Baugruppen),
- Umstellung auf mikroelektronisch ausgerüstete Geräte, Maschinen und Anlagen in den Produktionsprozessen,
- Einsatz mikroelektronischer Geräte im Bürobereich ("Büroautomatisierung") separat geschätzt.

Für alle Schätzungen wurde im Prinzip der gleiche Ansatz gewählt: Die arbeitsparenden Effekte, gemessen in Prozent der Gesamtbeschäftigung, ergeben sich aus dem Produkt von "interfirm diffusion" und "intrafirm diffusion" mit einer meist technisch-betriebswirtschaftlich definierten Produktivitätssteigerung. Diese wurde an Hand von Herstellerangaben, Ergebnissen von Fallstudien und Expertengesprächen sowie von Kennzahlen aus der Literatur zunächst für konkrete Anwendungsfälle geschätzt und zu branchenspezifischen Durchschnittswerten verarbeitet. Diese Art des Schätzansatzes stützt sich wegen der nicht immer explizit zu machenden Annahmen auch auf eine Reihe von bloßen Plausibilitätsüberlegungen. Die arbeitsparenden Effekte des Mikroelektronikeinsatzes wurden auf Grund des für 1979 erhobenen und des für 1985 an Hand der Firmenangaben prognostizierten Verbreitungsgrads geschätzt. In den Übersichten 21, 22 und 24 werden die Verbreitungsgrade 1979 und 1985 sowie die daraus abgeleitete hypothetische Verringerung des Bedarfs an Arbeitskräften gegenüber einem Zustand ohne Mikroelektronik dargestellt.

Bei konstantem Produktionsniveau führt die Umstellung auf Mikroelektronik bei den Produkten der Geräteindustrie hauptsächlich durch die Verringerung der Fertigungstiefe in der Zeit von 1979 bis 1985 zu einem geschätzten arbeitsparenden Effekt von insgesamt etwa 1% (0,2% p. a.), gemessen an der Gesamt-

Übersicht 20

Entwicklung der Arbeitsproduktivität (Umsätze je Beschäftigten zu konstanten Preisen)

	Zahl der Firmen	Durchschnittliche jährliche Veränderung		Differenz zwischen den Vergleichsperioden in Prozentpunkten
		1970/1979 (beobachtet)	1979/1985 (erwartet)	
		in %		
Gruppe A				
Firmen mit Mikroelektronik im eigenen Produkt	14	3,8	4,3	+0,5
Gruppe B				
Firmen mit Mikroelektronik im Produktionsprozeß	36	3,1	3,3	+0,2
Gruppe C				
Firmen ohne Mikroelektronik	13	3,6	3,4	-0,2
Summe	63	3,5	3,6	+0,1

Q: WIFO-Investitionstest Firmenbefragungen

Übersicht 21

Reduktion des Arbeitsinputs durch Umstellung der Produkte auf Mikroelektronik in der Geräteindustrie

Wirtschaftsklassen	Beschäftigten- größenklassen	Anteil der mikroelektronik-relevanten Produktion am Produktionswert insgesamt		Anteil der Beschäftigung in der Produktion	Durchschnittliche Reduktion im Arbeitsaufwand durch Mikroelektronik	Reduktion im Arbeitsinput durch Einsatz von Mikroelektronik im Produktionsbereich		
		1979	1985			1979 = 1985	1979	1985
		in %				in %		in % der Gesamtbeschäftigung
56/57 Elektrotechnik	bis 9	2,5	6,4			0,33	0,83	
	10 bis 99	14,0	24,0			1,82	3,12	
	100 bis 999	16,0	31,5			2,08	4,10	
	1 000 und mehr	28,5	50,0			3,71	6,50	
	Summe			65	20	2,75	5,00	
54/55 Maschinenbau	bis 99	0	0			0	0	
	100 bis 999	6,0	17,5			0,42	1,23	
	1.000 und mehr	24,0	48,0			1,68	3,36	
	Summe			70	10	0,40	1,00	
58 Fahrzeugbau	bis 99	0	0			0	0	
	100 bis 999	0	6,0			0	0,06	
	1 000 und mehr	0	40,0			0	0,40	
	Summe			50	2	0	0,12	
53 + 59 Eisen- und Metallwaren Feinmechanik	bis 99	0	0			0	0	
	100 und mehr	5,0	10,5			0,40	0,84	
	Summe			80	10	0,21	0,45	
53 bis 59 Summe Geräteindustrie						0,91	1,77	

Q: Firmenbefragungen Betriebszählung 1976 Expertengespräche

beschäftigung in der Geräteindustrie (siehe Übersicht 21).

Der steigende Einsatz von mikroelektronisch ausgestatteten Geräten, Maschinen und Anlagen zur Automatisierung der Produktion verringert den Arbeitsbedarf von 1979 bis 1985 schätzungsweise um insgesamt 10% (etwa 1,5% p. a.), gemessen an der Gesamtbeschäftigung der Industrie. Allerdings gab es

auch schon vor 1979 erhebliche arbeitsparende Effekte aus diesem Grund (siehe Übersicht 22).

Bei der Schätzung der arbeitsparenden Effekte, die sich im Wege der Büroautomatisierung ergeben, wurde aus den oben erwähnten Gründen als Maß der "intrafirm diffusion" die Bildschirmdichte (Zahl der Bildschirme je 100 Bürobeschäftigte) herangezogen. Der Anteil der automatisierungsgerechten Bürotätig-

Übersicht 22

Reduktion des Arbeitsinputs der Industrie durch Umstellung auf Mikroelektronik im Produktionsverfahren

	Anteil der Anwenderfirmen		Anteil der Beschäftigten in der Produktion von Mikroelektronik betroffen		Durchschnittliche Steigerung der Produktivität durch Mikroelektronik 1979 = 1985	Reduktion des Arbeitsinputs		Gesamtbeschäftigung	
	1979	1985	1979 = 1985	1979		1985	1979		1985
	in % der Gesamtbeschäftigten		in % der Gesamtbeschäftigten			Faktor	in %		
Bergbau	0	10	70	0	10	2	0	1,4	1,4
Erdöl	90	90	60	5	10	2	5,4	10,8	5,4
Eisenhütten	60	80	70	10	20	2	8,4	22,4	14,0
NE-Metalle	40	40	80	10	20	2	6,4	12,8	6,4
Gießereien	30	30	80	10	20	2	4,8	9,6	4,8
Steine-Keramik	15	15	60	10	20	2	1,8	3,6	1,8
Glas	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chemie	60	60	55	20	30	1,5	7,0	10,6	3,6
Papier	40	60	85	20	30	1,5	10,2	15,3	5,1
Sägeindustrie, Holzverarbeitung	5	10	75	20	30	1,5	1,1	3,4	2,3
Nahrungs- und Genußmittel	20	20	55	20	30	2	4,4	6,6	2,2
Textil	55	60	85	30	40	1,5	21,0	30,6	9,6
Leder	20	20	85	20	30	1,5	5,1	7,7	2,6
Bekleidung	50	50	90	20	30	1,5	13,5	20,3	6,8
Maschinen	75	80	70	30	40	1,3	20,5	29,1	8,6
Fahrzeuge	90	90	50	10	20	1,5	6,8	13,6	6,8
Eisen- und Metallwaren	45	50	80	10	20	1,5	5,4	12,0	6,6
Elektro	90	90	65	30	50	1,5	26,3	43,9	17,6
Graphisches Gewerbe	55	65	85	20	30	2	18,7	33,2	14,5
Summe bzw. Arithmetisches Mittel	70	75	70	20	30	1,7	16,7	26,8	10,1

Q: Firmenbefragungen Expertengespräche

Übersicht 23

Büroautomation im Bereich der Industrie

	Rationalisierungspotential		
	insgesamt ¹⁾	davon ausgenutzt ²⁾	
		1979	1985
	in % der Gesamtbeschäftigung	in % des Gesamtpotentials	
Bergbau	8	5	6
Erdöl	10	6	16
Eisenhütten	8	9	25
NE-Metalle	5	8	68
Gießereien	5	32	56
Steine-Keramik	10	2	12
Glas	8	—	—
Chemie	11	18	43
Papier	4	35	(100)
Sägeindustrie Holzverarbeitung	6	13	25
Nahrungs- und Genußmittel	11	11	53
Textil	4	25	70
Leder	4	45	68
Bekleidung	3	37	63
Maschinen	8	24	74
Fahrzeuge	13	—	—
Eisen- und Metallwaren	5	26	70
Elektro	9	30	79
Graphisches Gewerbe	4	53	(100)
Industrie insgesamt	8	18	53

¹⁾ Laut Siemens (Bürostudie) beträgt das Automatisierungspotential der Bürotätigkeiten im Bereich der Industrie im Durchschnitt ca 25% — ²⁾ Auf Grund der Verbreitung von Bildschirmgeräten geschätzt (Unternehmerangaben)

schnittlich etwa 25% der Bürotätigkeiten. Auf Grund des branchenweise unterschiedlichen Anteils von Beschäftigten im Bürobereich ergeben sich für die einzelnen Branchen auch unterschiedliche potentielle Einsparungseffekte bezogen auf die Gesamtbeschäftigung. Der auf Grund der österreichischen Industriestruktur mögliche Einsparungseffekt liegt bei rund 8% (siehe Übersicht 23). Schätzungsweise wurde bereits bis einschließlich 1979 rund ein Fünftel dieses Rationalisierungspotentials ausgeschöpft; bis 1985 wird schätzungsweise die Hälfte ausgenutzt werden können. Dies entspräche — immer bei konstantem Output im Bürobereich — einem arbeitsparenden Effekt von insgesamt nicht ganz 3% (rund 0,5% p. a.) der Gesamtbeschäftigung in der Industrie (siehe Übersicht 24).

Mit großem Vorbehalt läßt sich aus den Teilergebnissen insgesamt ein arbeitsparender Effekt der Mikroelektronik in der österreichischen Industrie in der Größenordnung von durchschnittlich 2% pro Jahr abschätzen. Dieser Wert stellt eine Größenordnung dar, die durch das zu erwartende Produktionswachstum und die Umschichtung zu arbeitsintensiveren Sparten grundsätzlich zu bewältigen sein sollte.

keiten und typische Kennzahlen der Produktivitätssteigerung waren grundsätzlich aus der Literatur bekannt (siehe *Morgenbrod — Schwärtzel, 1978; Peisl, 1979*). Demnach beträgt das Automatisierungspotential der überschaubaren Technologien (Zeithorizont 10 bis 15 Jahre) im Bereich der Industrie durch-

Zusammenfassung

Österreich hat auf Grund von Produktionsstätten großer internationaler Elektronikkonzerne und namhafter heimischer Elektronikfirmen eine beachtliche Erzeu-

Übersicht 24

Reduktion des Arbeitsinputs durch den Einsatz von Mikroelektronikgeräten im Bürobereich

	Diffusionsgrad der Mikroelektronik Anteil des Bürobereichs		Durchschnittliche Steigerung der Produktivität durch Mikroelektronik Faktor	Reduktion des Büroarbeitsinputs		Anteil der Bürobeschäftigten in % der Gesamtbeschäftigten	Reduktion des Arbeitsinputs		
	1979	1985		1979	1985		1979	1985	Differenz 1979/1985
	in % der Bildschirmarbeitsplätze insgesamt			in % der Bürobeschäftigten			in % der Gesamtbeschäftigten		in Prozentpunkten
Bergbau	0.4	0.6	4	1.2	1.8	30	0.4	0.5	0.1
Erdöl	0.5	1.3	4	1.5	3.9	40	0.6	1.6	1.0
Eisenhütten	0.8	2.2	4	2.4	6.6	30	0.7	2.0	1.3
NE-Metalle	0.7	5.6	4	2.1	16.8	20	0.4	3.4	3.0
Gießereien	2.6	4.6	4	7.8	13.8	20	1.6	2.8	1.2
Steine-Keramik	0.2	1.0	4	0.6	3.0	40	0.2	1.2	1.0
Glas	—	—	4	—	—	—	—	—	—
Chemie	1.5	3.5	4	4.5	10.5	45	2.0	4.7	2.7
Papier	3.0	13.1	4	9.0	39.3	15	1.4	5.9	4.5
Sägeindustrie, Holzverarbeitung	1.1	2.0	4	3.3	6.0	25	0.8	1.5	0.7
Nahrungs- und Genußmittel	0.9	4.3	4	2.7	12.9	45	1.2	5.8	4.6
Textil	2.2	6.3	4	6.6	18.9	15	1.0	2.8	1.8
Leder	4.0	5.9	4	12.0	17.7	15	1.8	2.7	0.9
Bekleidung	3.5	6.4	4	10.5	19.2	10	1.1	1.9	0.8
Maschinen	2.1	6.5	4	6.3	19.5	30	1.9	5.9	4.0
Fahrzeuge	—	—	4	—	—	50	—	—	—
Eisen- und Metallwaren	2.1	5.9	4	6.3	17.7	20	1.3	3.5	2.2
Elektro	2.6	6.8	4	7.8	20.4	35	2.7	7.1	4.4
Graphisches Gewerbe	4.7	11.7	4	14.1	35.1	15	2.1	5.3	3.2
Industrie insgesamt	1.6	4.7	4	4.8	14.1	30	1.4	4.2	2.8

Q: Firmenbefragungen, Expertengespräche

gung von Bauelementen für die Elektronikindustrie. Gemessen an den internationalen Wachstumsaussichten kann jedoch die heimische Bauelementeproduktion nicht als besonders wachstumsträchtig angesehen werden. Der Anteil von Bauelementen herkömmlicher Technologien ist groß, und die Produktion von integrierten Halbleiterschaltungen wurde erst Ende 1980 aufgenommen.

Die österreichische Elektronikgeräteproduktion ist stark auf die Bereiche Unterhaltungselektronik und Energietechnik ausgerichtet. Die wachstumsträchtigen Sparten Datentechnik und Nachrichtentechnik sind im internationalen Vergleich unterrepräsentiert. Der österreichische Markt für integrierte Schaltungen ist in internationalen Maßstäben gemessen sehr klein, darüber hinaus zersplittert und in wichtigen Bereichen konzernmäßig gebunden. Diese Situation erschwert sowohl den Aufbau einer nationalen Halbleiterindustrie wie z. B. in der Schweiz als auch die intensive Betreuung der kleineren österreichischen Abnehmer. Die Halbleiterhersteller konzentrieren ihre Bemühungen auf wenige große Kunden; die Zusammenarbeit mit der mittelständischen Industrie bleibt in vielen Fällen oberflächlich, und die notwendige intensive Unterstützung kann nicht auf breiter Basis gewährt werden. Dem von den Geräteherstellern immer wieder beklagten Mangel an entsprechend ausgebildeten Fachleuten kann auf längere Sicht wirksam nur durch die Verbesserung der Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten auf allen Bildungsstufen begeg-

net werden. Zur Bewältigung der unmittelbar bevorstehenden Umstellungsprobleme im Zusammenhang mit der Mikroelektronik könnten sich — ähnlich wie z. B. in der Schweiz — Lösungswege im Zusammenwirken von Halbleiterherstellern, Hochschulen und technischen Lehranstalten als nützlich erweisen (anwendungsorientierte Forschung, Entwicklung, Ausbildung und Beratung).

Die arbeitsplatzbedrohenden Wirkungen der Mikroelektronik werden mancherorts überschätzt. Unter der Annahme konstanter Produktion und ohne Berücksichtigung von Wettbewerbseffekten halten sich die arbeitsparenden Wirkungen der Mikroelektronik in Grenzen. Die mit der Umstellung auf Mikroelektronik in Produkten, Produktionsverfahren und im Bürobereich der Industrie mittelfristig zu erzielenden Steigerungen der Arbeitsproduktivität werden schätzungsweise nicht mehr als durchschnittlich 2% pro Jahr betragen, bezogen auf die Gesamtbeschäftigung der Industrie. Die Umstellung auf Mikroelektronik beansprucht in der Regel einen nicht unbeträchtlichen Anteil des Gesamtaufwands eines Unternehmens für Brutto-Anlageinvestitionen. Typischerweise werden für die Umstellung auf Mikroelektronik über mehrere Jahre hinweg 5% bis 10% der Brutto-Anlageinvestitionen ausgegeben. In den Ergebnissen der Unternehmensbefragungen zeichnet sich ein Steigen dieses Anteils bis 1985 ab.

Winfried Schenk

Anhang

Elektronikgeräteproduktion

Datentechnik:

Geräte und Einrichtungen für die automatische Datenverarbeitung
 Elektroschreibmaschinen
 Rechenmaschinen
 Abrechnungsmaschinen, Registrierkassen
 Vervielfältigungsmaschinen, Adressiermaschinen
 Sonstige Büromaschinen
 Kopiermaschinen

Nachrichtentechnik:

Drahtnachrichten
 Funknachrichten
 Zeitdienstgeräte
 Signal- und Sicherheitsgeräte
 Ausrüstung für Luft- und Raumfahrzeuge

Meß-, Steuer- und Regeltechnik:

Meßgeräte
 Prüfgeräte
 Regel- und Steuerungseinrichtungen
 Elektromedizin
 Feinwaagen, Feinmeßinstrumente
 Elektromechanische Waagen

Energietechnik:

Stromrichter
 Elektroschweißgeräte
 Elektrochemische und physikalische Geräte
 Elektrische Industrieöfen
 Elektromagnetische Geräte

Unterhaltungselektronik:

Rundfunk- und Fernsehempfangsgeräte
Phonotechnische Geräte

Autoelektronik:

Elektrische Betriebsausrüstung für Kraftfahrzeuge

Haushaltselektronik:

Elektrowerkzeuge bis 2 kW
Elektrowärmegeräte

Elektromotorische Wirtschaftsgeräte
Elektrische Kühlmöbel
Elektrische Waschmaschinen

Freizeitelektronik

Elektrische Kleinuhren
Elektrische Großuhren
Technische Uhren
Elektrische Uhrwerke
Fotogeräte
Filmkameras und Projektionsgeräte
Elektrische Musikinstrumente
Elektrische Spielwaren
Spielautomaten

Literaturhinweise

K Bayer: Charakteristika der österreichischen Industriestruktur, Monatsberichte 8/1978.

E Braun: From Transistor to Microprocessor, in *T. Forester* (Hrsg.): The Microelectronics Revolution, Oxford 1980, S. 72ff.

H. Kramer: Industrielle Strukturprobleme Österreichs, Wien 1980

Mackintosh Yearbook of West European Electronics Data 1979.

H. Morgenbrod — H. Schwärtzel: Informations- und Kommunikationstechnik verändern den Büroarbeitsplatz, data report 13/1978, Heft 6

R. N. Noyce: Microelectronics and its Impact on Society, Electronic Engineering, März 1979.

Österreichisches Statistisches Zentralamt: Statistik der gewerblichen Wirtschaft, Hauptergebnisse der nichtlandwirtschaftlichen Bereichszählungen 1976,

1 Teil, Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 502/1, Wien 1979

A. Peisl: Mit Geräten und Systemen der Informationstechnik zum "Rationellen Büro", data report 14/1979, Heft 1.

W. Schenk: Technologiebedingte Strukturschwäche in der österreichischen Wirtschaft, in: Neue Technologien und Produkte für Österreichs Wirtschaft, Wien 1979.

H. Seidel: Wachstum und Strukturwandel der Industrie, Monatsberichte 2/1974.

G. Tichy: Zahlungsbilanz- und beschäftigungsrelevante Strukturprobleme von Industrie und Gewerbe sowie Ansatzpunkte zu ihrer Überwindung, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Finanzen, Wien 1979

W. Urban: Arbeits- und Qualifikationsintensität der österreichischen Industriesparten, Monatsberichte 4/1980.