	1 K DRAM	16 K DRAM	64 K DRAM	256 K DRAM	1 M DRAM	4 M DRAM	16 M DRAM	64 M DRAM	256 M DRAM	1 G DRAM
(µm)	10				1,4	0,7	0,5	0,4	0,3	
		4	2,5	1,5	1,2	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2
DDR-Technologieniveau			3,0	2,0	1,0	1,0	0,7	0,2	0,15	0,1
		2 (= 4µm)	3 (= 2,5µm)	4 (= 1,5µm)	5 (= 1,0µm)	6 (= 0,7µm)	7 (= 0,5µm)	8 (= 0,3µm)		
Cbipfläche (mm²)	9,75	17,8	IBM: 25 ,leaees: 34 t TI ?4,52 4,4 TI: 24,52 Intel: 24,03 Fujitsu: 17,63	5x9,2 = 46	Siemens: 54 Fujitsu: 4,4x12,3 Toshiba: 5x12,5 IBM: 5,5x10,5 DDR: 6x12	Siemens: 91 Fujitsu: 4,8x13,1 Toshiba: 6,9x16,1 IBM: 91/86/71 Mega: (1990): 100 DDR: 6x16	Hitachi:8,2x17,3 Fujitsu: 8x17 Toshiba: 12x16 Mitsubichi: 6x17 Jessi (1993): 150	200	350 400	600
Zellenfläche (µm²)	12900	452 435	170	112 65...100	Fujitsu: 26,46 IBM/Siemens: 45 Toshiba: 32 (34) TI: 21,2	Hitachi: 7,5 Siemens: 10,58 Toshiba: 17,4 TI: 8,9 IBM: 12	Hitachi: 4,2 Matsushita: 3,3 Toshiba: 4,9(6,12)	IBM: 7,8		
Anzahl der Masken					DDR: 34,2	DDR: 15				
				9 bis 10	17 bis 19	20 bis 25				
Reinraum					DDR: 18					
Anzahl der Prozesschritte				Klasse 100	Klasse 10	Klasse 1				
				200	350	450	500 550	700	800	1000
Bauelemente pro Chip	0,005				DDR: 430					
(Mio)	0,0023					9,2 NMOS 8,7 CMOS	50 40			
Speicherzellen-dichte		0,037	0,15	0,6	2,2	8.6	37	130	600	
(pro mm²)	500				(65000 Transistoren)	55000				
		1800	5000	19000	35000					
Zugriffszeit	200...600					Hitachi: 70	80			
(ns)		100...300	120...200	100...120...200	60...150	20...65...170	70			
					Hitachi: 35	Siemens: 70/150	65			

Entwicklung von DRAM-Speicher-Schaltkreisen (1)

	1 K DRAM	16 K DRAM	64 K DRAM	256 K DRAM	1 M DRAM	4 M DRAM	16 M DRAM	64 M DRAM	256 M DRAM	1 G DRAM
Betriebs-spannung (V)			DDR: +5 ±(5-10%)	+5 ±10% DDR: +5 ±(5-10%)	DDR: 4,5...5,5					
Stromauf nahme (mA) Betriebs-/ Ruhestrom			DDR: 55/5	45..70/5..5 DDR: 55/5						
Entwicklung (Prototypen)			Fujitsu: 1978		NMOS:1984 CMOS:1985 DDR:1988	Labor: 1986 Prototypen 1987/88 DDR: 1990	Labor: 1988			
Produktion (Mio.Stck/ Zeit)	1979	1983	Hitachi: 1982 (2,2 /Monat) Japan: 1982 (9,2 /Monat) DDR: 1987	Siemens 1987: 6 /Jahr Siemens 1988: 18 /Jahr Toshiba:1985 (4 /Monat) DDR: 1989/90	Siemens 1988: 4 /Jahr Toshiba 1986: 1 /Monat 1988: (4 /Monat) Japan 1988:184 DDR: 1990	Muster: 1987/88 1989 DDR: 1994		Muster: 1993		
Typen-bezeichnung DDR-Typ Vergleichs-typ			U 2164 DC	U 61256 DC	U 61000 DC Toshiba: TC 511000 Siemens: HYB 511000					
Si - Scheiben Durchmesser (DDR)				150 4“	150 200 5“	Mega(1990): 150 IBM: 200 6“	Jessi(1993): 200	Jessi(1996): 200/250		
Preise DDR-Mark	40,-	4,00 DM 22,-...30,-	3,50 DM 8,20	Siemens1985: 9,5 $ 5/87: 2,4$ 11/87:3,4$ 1/88: 5,4$ 6/88: 7,8$ 88/89: 3,3$ 18,50	11/87:30$ 1/88: 36$ 11/88:38$ 1989:8-12$ 1990:4,3$ 60,-	10/87: 700$ 1988: 150$ 1989:ca.35$				
Applikations-Beispiele			32bit-Rechner 1560 Stück U 2164 (Import)	16bit-Rechner 18 Stück U 61256 DC15						
			16bit-Rechner 131 Stück U 2164 C20	16bit-Rechner 36 Stück U 61256 DC 12						

Entwicklung von DRAM-Speicher-Schaltkreisen (2)

Anzahl speicherbarer A4-Seiten (2000 Zeichen / 8bit-Wortbreite)	Arbeits-speicher / Bau-element	64 KByte	128 **KByte**	256 KByte	512 Kbyte	1 MByte	2 MByte	4 MByte	8 MByte	16 MByte	32 MByte	Anzahl Speicher Bauele-mente
		PC1715			EC 1834							
	1 kBit						16384					
	4 kBit					2048	4096					
1	16 Kbit	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192		***Stück***
4	64 Kbit	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	Stück
16	256 Kbit	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	Stück
64	1 MBit		1	2	4	8	16	32	64	128	256	Stück
256	4 Mbit				1	2	4	8	16	32	64	Stück
1024	16 Mbit						1	2	4	8	16	Stück
4096	**64 Mbit**	Für Hochzeilenfernsehen (Halbleiterspeicher statt Magnetband)							1	2	4	
8192	**256 Mbit**	Braucht man für eine 9.Symphonie Stereo digital										

	Speicherfähigkeit (A4-Seiten)
Compact Disk	1 Mio.
Videoband	9 Mio.
menschliches Gehirn	62 Mio.

Bauelemente-Bedarf für Arbeitsspeicher mit 8bit-Wortbreite

	Speicherschaltkreise				Mikroprozessoren	MOS-Schaltkreis	Bipolare Schaltkreise	
J a h r	1 K SRAM U 215	4 K SRAM U 214	8 K EPROM U 555	16 K EPROM U 2716	8 bit U880	AND/NAND-Gatter U 107	4 NAND-Gatter D 100	5W-NF-Verst. A 210
1975								
76								
77								
78						25,8		
79								18,1
1980					0,5	44,7	33,5	21,0
81					1,9			21,8
82					5,7	42,0	47,7	22,5
83			4,1		9,7			32,4
84			11,1		17,2	61,8		30,7
1985	14,5	4,5	11,7		9,3			43,9
86	11,6	25,1	23,7	22,5	43,5	61,6		62,2
87	30,0	30,0	24,0	26,0	55,0	62,0	60,0	50,0
88	32,0	32,0	30,0	30,0	60,0	62,0	61,0	60,0
89	35,0	34,O		34,0	60,0			62,0
1990	40,0	35,0		35,0	65,0	62,0	62,0	65,0
1995	45,0	40,0		40,0	65,0		65,0	

Ausbeuteentwicklung ausgewählter Erzeugnisse (1)

Bild 2.4

Jahr	Uhren-IS	Taschenrechner-IS	Optoelektronische Bauelemente				Transistor	Si-Gleichrichter
	U 114	U 826	LED (grün) VQA 23	Koppler MB 104	Fototransistor	LCD-Anzeige FAR 04A	SU 160/161	Diode SY 360
1975								
76								
77								
78								
79	1,0							
80			14,3	9,0	5,4		29,8	59,4
1981	7,9		36,0	11,6	9,5	52,8	26,4	66,1
82	17,7		45,5	15,8	13,1		34,0	67,3
83	14,1	4,1	52,7	22,7	18,3		47,4	76,4
84		7,1	57,2	33,8	27,4		48,0	79,2
85		15,0	62,2	38,3	32,0		49,0	81,1
1986		18,0	68,3	42,1	35,9	70,0	51,1	84,2
87		25,0	70,0	45,O	37,0	70,0	52,0	86,0
88		30,0	75,0	50,0	38,0	71,0	53,0	87,0
89		33,0	76,0	52,0	**SP 215**	72,0	55,0	87,5
1990		35,0	77,0	55,0	60,0	73,0	58,0	88,0
1995			77,0	56,0	65,0	75,0	60,0	88,0

Ausbeuteentwicklung ausgewählter Erzeugnisse (2)

Bild 2.4