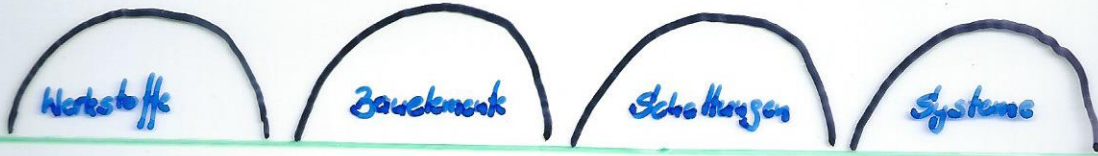


Röhren (40 Jahre)

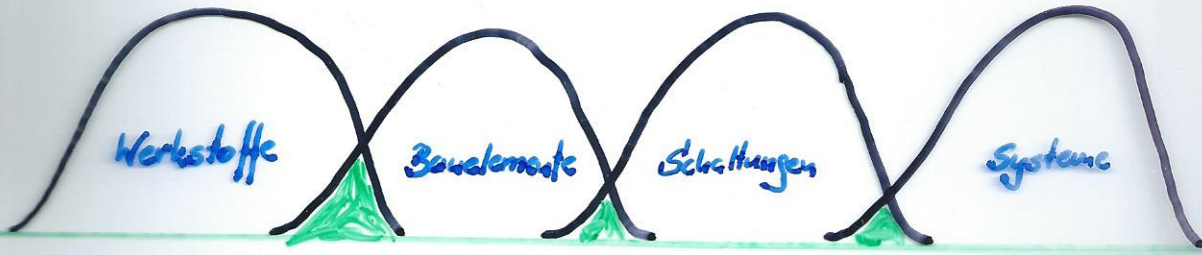
Intensität d. Wissens



Breite d. Wissens

Transistoren (17 Jahre)

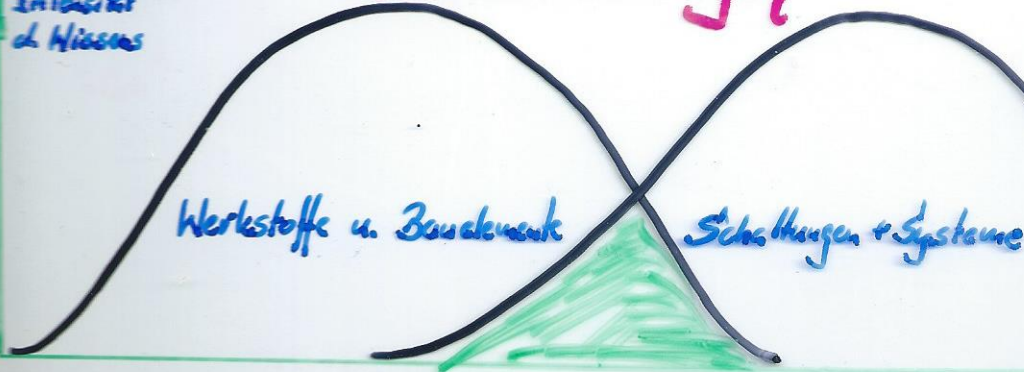
Intensität d. Wissens



Breite d. Wissens

Mikroschaltungen

Intensität d. Wissens

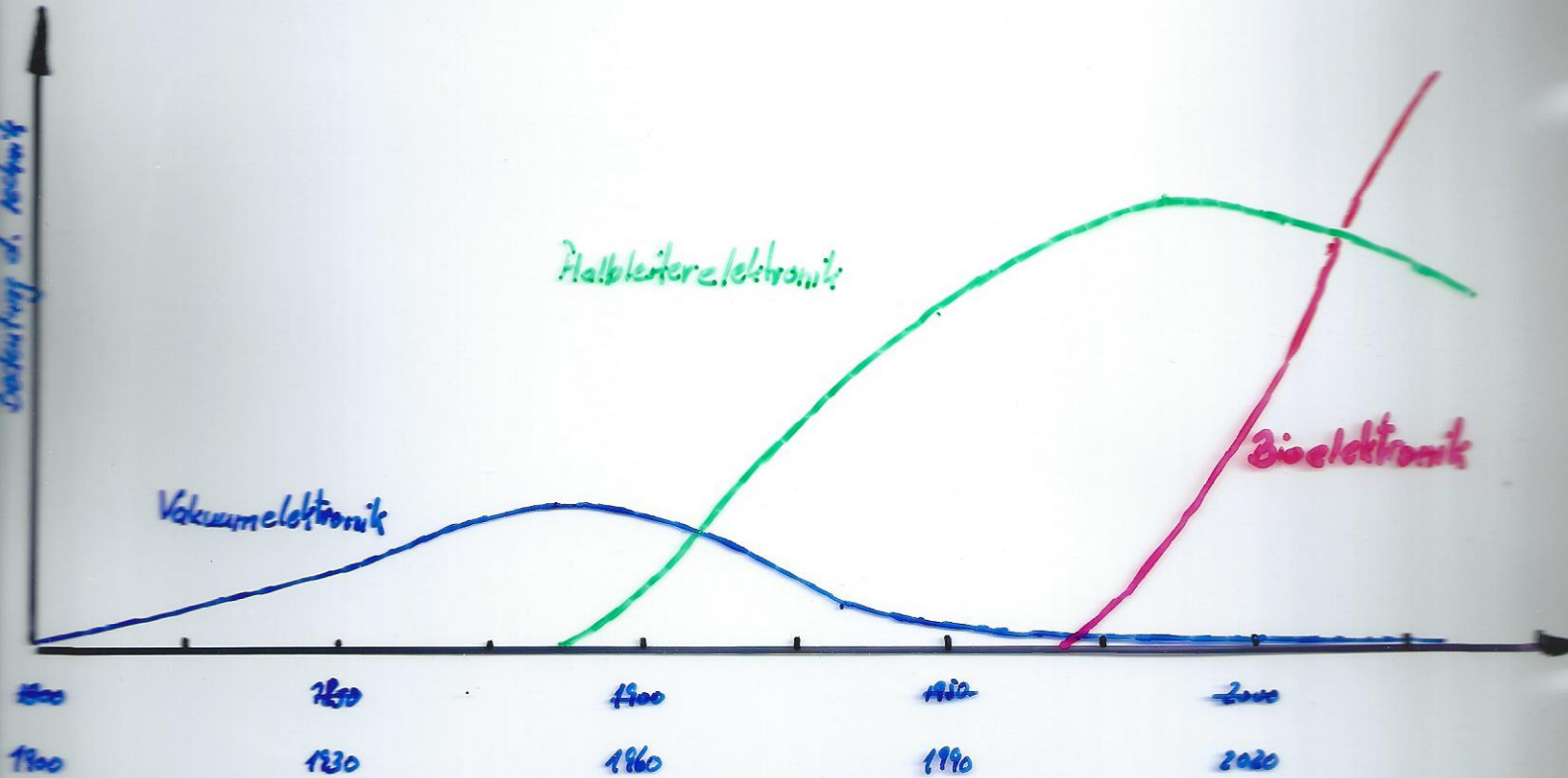


Breite d. Wissens

Verknüpfung der einzelnen Wissensgebiete mit der Entw. d. pE

Technologie trends

Quelle: Elektronik 33(84) S. 44-47
Techn. Rundschau 76(80) S. 25



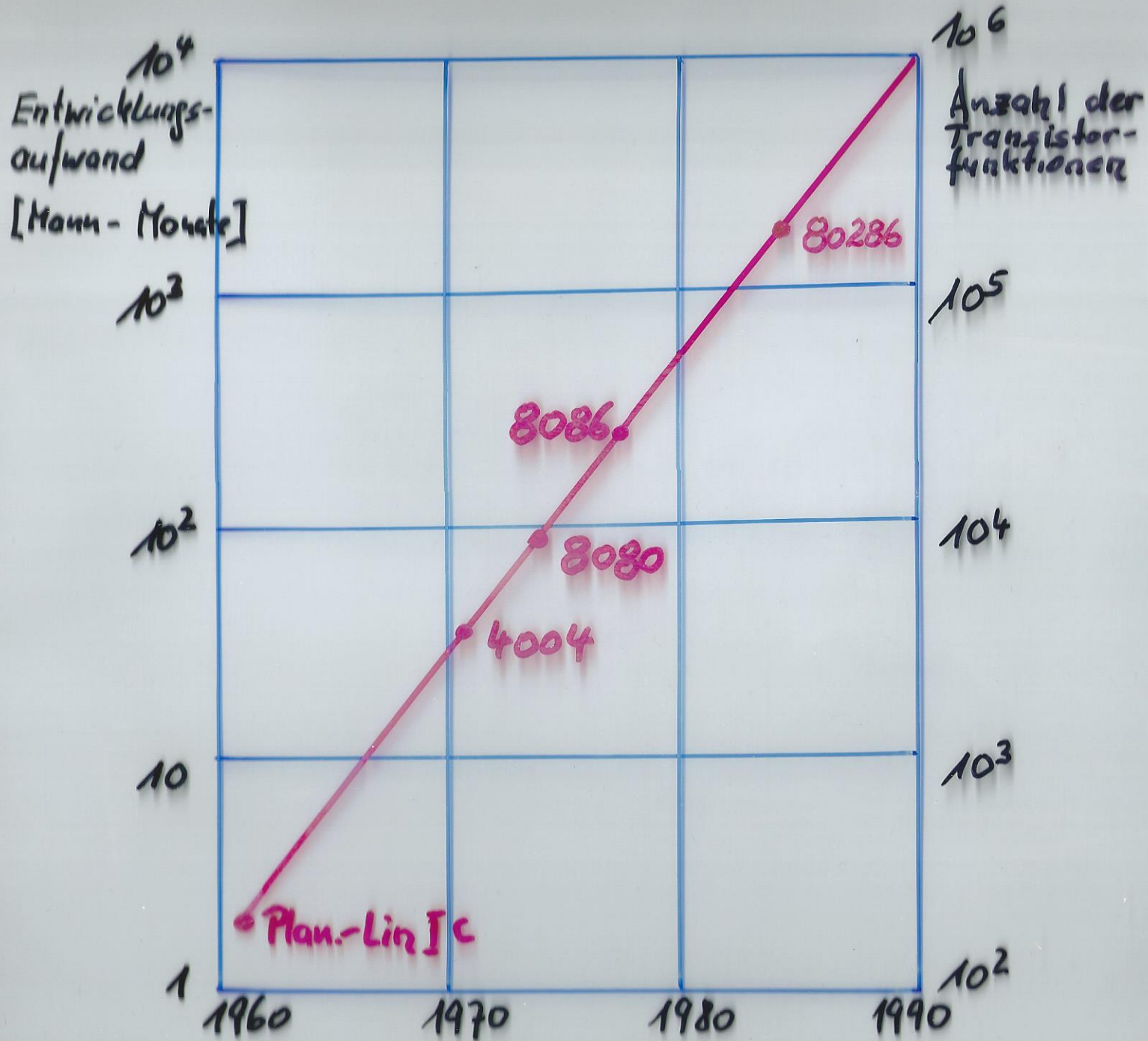
Bioelektronik - Militärschicht

Solitonen - bewegen sich langsamer als e^- u. ohne Energieverlust
unempfindlich gegenüber dem EMF

Japan - optische Schalter - Hämoglobin

USA - Logik-ICs

- verschiedene Enzyme oder Eiereize



Entwicklungsaufwand bei IS

Steigerung der Entwicklung der Komplexität im IS-Design

Eingangsgrößen: Chipfläche und Strukturbreite

1963

1

1978

5mm

1985

10mm

1992

20mm



1mm



25 km



250 km



2000 km

Integrationsgrad

Bezeichnung	Zahl der Funktionsblöcke	Zahl der Gatterfkt.	Beispiele	
			digital	analog
Einzelbauelement (diskret)	1	-	Transistor, Diode	
Miniintegration (SSI)	1... 100	< 10	Schaltglieder Speicherzelle	einfache Verstärker, Grundbausteine bis IC
Mittelintegration (MSI)	$10^2 \dots 10^3$	< 100	Zähler Dekoder Schieberegister	OP-Verstärker Abt.-Fkt., Empfänger Schaltungen
Großintegration (LSI)	$10^3 \dots 10^4$	< 10^3	Speicher µP Taschenrechner PLA	AD-D/A-Wandler
Hochintegration (VLSI)	$10^4 \dots 10^5$	< 10^4	µR Großspeicher	Vielelementarungen
Ultra-Hochintegration (ULSI)	> 10^5	> 10^4	µR-Systeme	

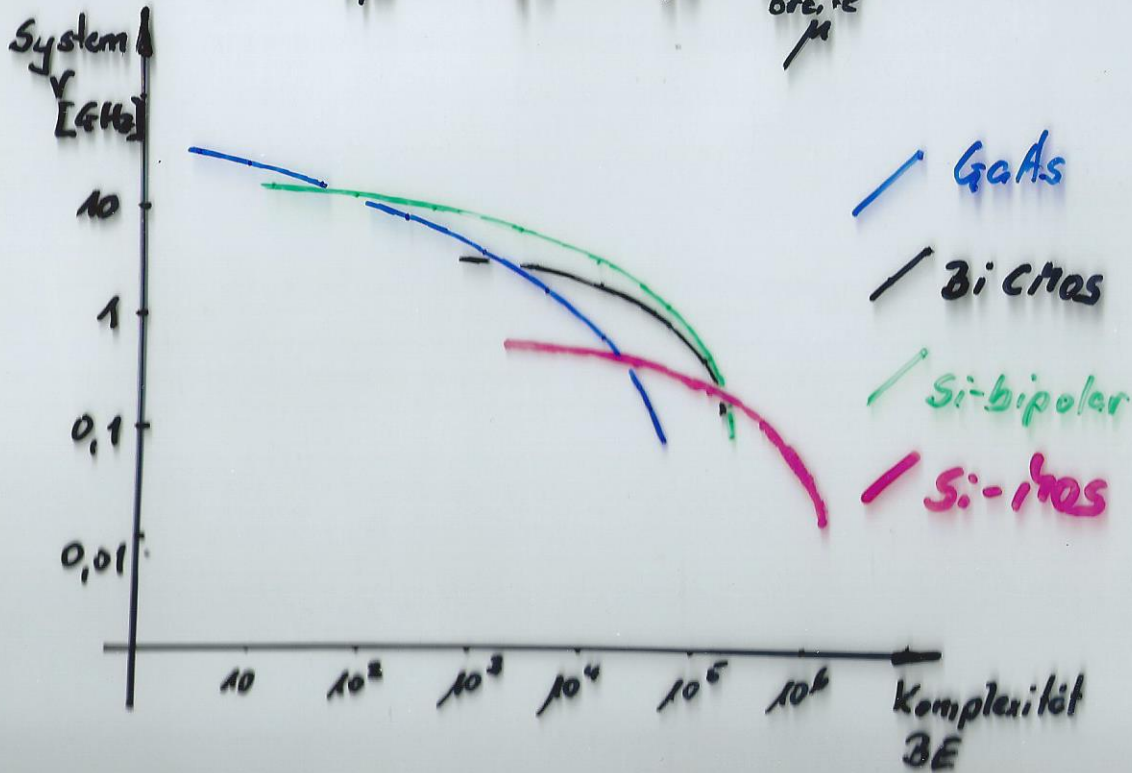
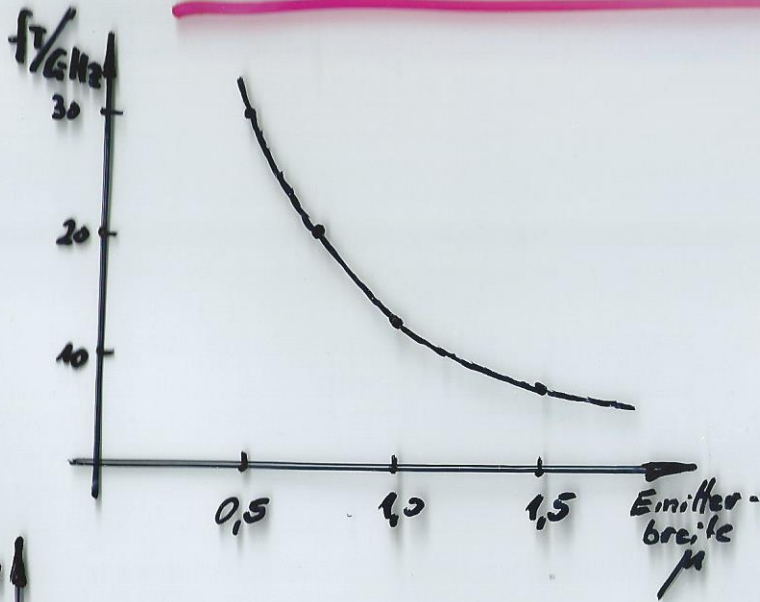
Physikalisch-technische Grenzen der μ -Elektronik

	1980	Grenze
Minimalgröße des Einzeltransistor	$\approx 200 \mu\text{m}^2$	$1 \dots 10 \mu\text{m}^2$
Geschwindigkeit-Leistungs- produkt	10^{-12}Ws	10^{-16}Ws
Frequenzgrenze (Einzelfunktionselement)	bipolar $1 \dots 5 \text{ GHz}$ unipolar $0,1 \dots 0,5 \dots$	} $20 \text{ GHz}_{\text{Si}}$
max. Integrationsdichte	$10^3 \frac{\text{FE}}{\text{mm}^2}$	$10^5 \dots 10^6 \frac{\text{FE}}{\text{mm}^2}$
Betriebsspannung	einige Volt (5V)	5-0,7V

n-Kanal - MOS-Technologiegenerationen

d-RAM [k-bit]	ϕ Si-Scheibe [mm]	Streifenbreite (min) [μm]	Positionier- genauigkeit [μm]	Jahr
4	50/75	8	1	1976
16	75/100	4	0,5	1978
64	100	2	0,25	1981
256	125/150	1	0,12	1984
1024	150	0,5	0,06	1986
4096	150/175	0,25	0,03	1989

Submikrontechnologie



Weltweiter IC-Bedarf nach Technologie 1990

bipolar 33%		MOS 67%			
16% Lin	18% Log	CMOS 41%		MOS 26%	
16% Lin	12% TTL	22% Speicher	12% Log.	16% Spei	12% MOS

Speicher 2%
 ↳ PROM 1.5%
 RAM 0.5%

µP 5%
 ↳ Lin 2%

Gate 3%

CMOS - Vorrang 41% (24)
 Speicher - " 34%

kl. Strukturgröße 0,1 µm
 ⚡ 1987 2 µm
 Spitze 1987 1 µm

	Herst.	Verbraucher
Speicher	J	USA
dig. Chip	USA	USA
analog	USA	Europa
µP	USA	USA/J

Ökonomische Vorteile kleiner Strukturen

z.B. 16 kD-RAM

	4 μm	1,5 μm
Chipabmessungen	3,68 mm x 5,14 mm	1,2 mm x 1,3 mm
Chipfläche	21,86 mm ²	3,61 mm ²
Chip / 100 mm Scheibe	323	2142
Chipausbeute	12 %	65 %
gute Chips / Scheibe	39	1392
Kosten für Scheibenbearbeitung	75 \$	175 \$
Kosten pro gutem Chip	1,92 \$	0,126 \$
Zyklus II - Kosten	0,08 \$	0,08 \$
Ausbeute II	85 %	85 %
Gesamtkosten pro verkapptem Chip	2,36 \$	0,24 \$
Kosten für Endtest	0,5 \$	0,5 \$
Herstellungskosten pro verkauftem Sk	4,08 \$	1,06 \$

Strukturveränderung bei integrierten Schaltkreisen im ind. Maßstab (1985)

Quelle: Solidstate Technology
146

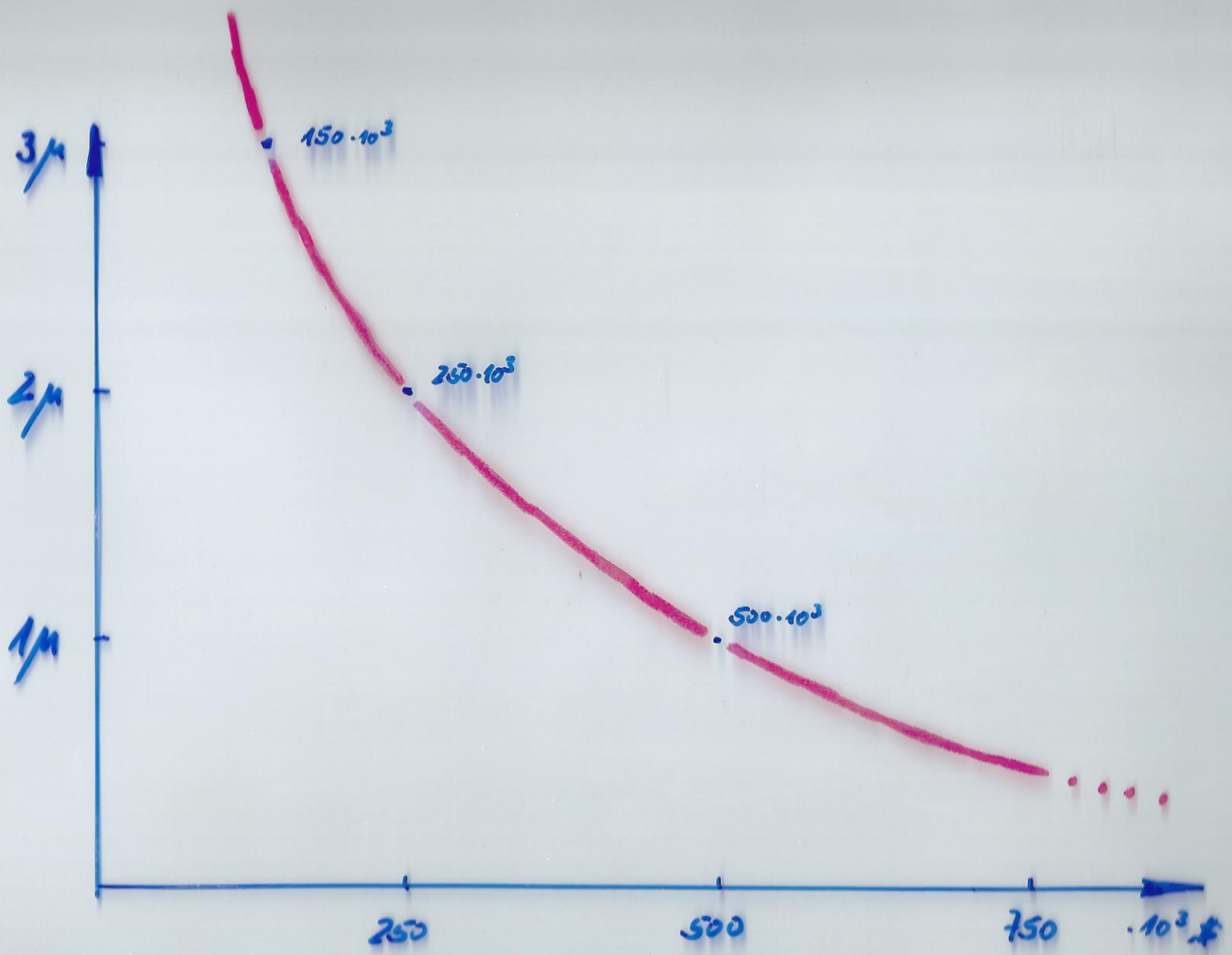
	1980	1985	1990
Standard-IC	65	50	25
Vollkunden-IC	15	20	45
Halbkunden-IC	20	30	30

Prozentuale Aufteilung der Bauelementekategorien am Gesamtverbrauch für Militärelektronik

	1983	1988
dig. IS	30	42
lin. IS	9	9
dist. BE	16	13
Steckverbinder	28	24
C	12	8
R	5	4

Kosten für jap. Lithografieranlagen (1982)

Kontaktbelichtung	SSI	$15 \cdot 10^3$ \$
Projektionsbelichtung	MSI	$120 \cdot 10^3$ \$
	LSI	$240 \cdot 10^3$ \$
Schreiberepeater	LSI	$600 \cdot 10^3$ \$
e ⁻ -strahlbelichtung	VLSI	$1500 \cdot 10^3$ \$

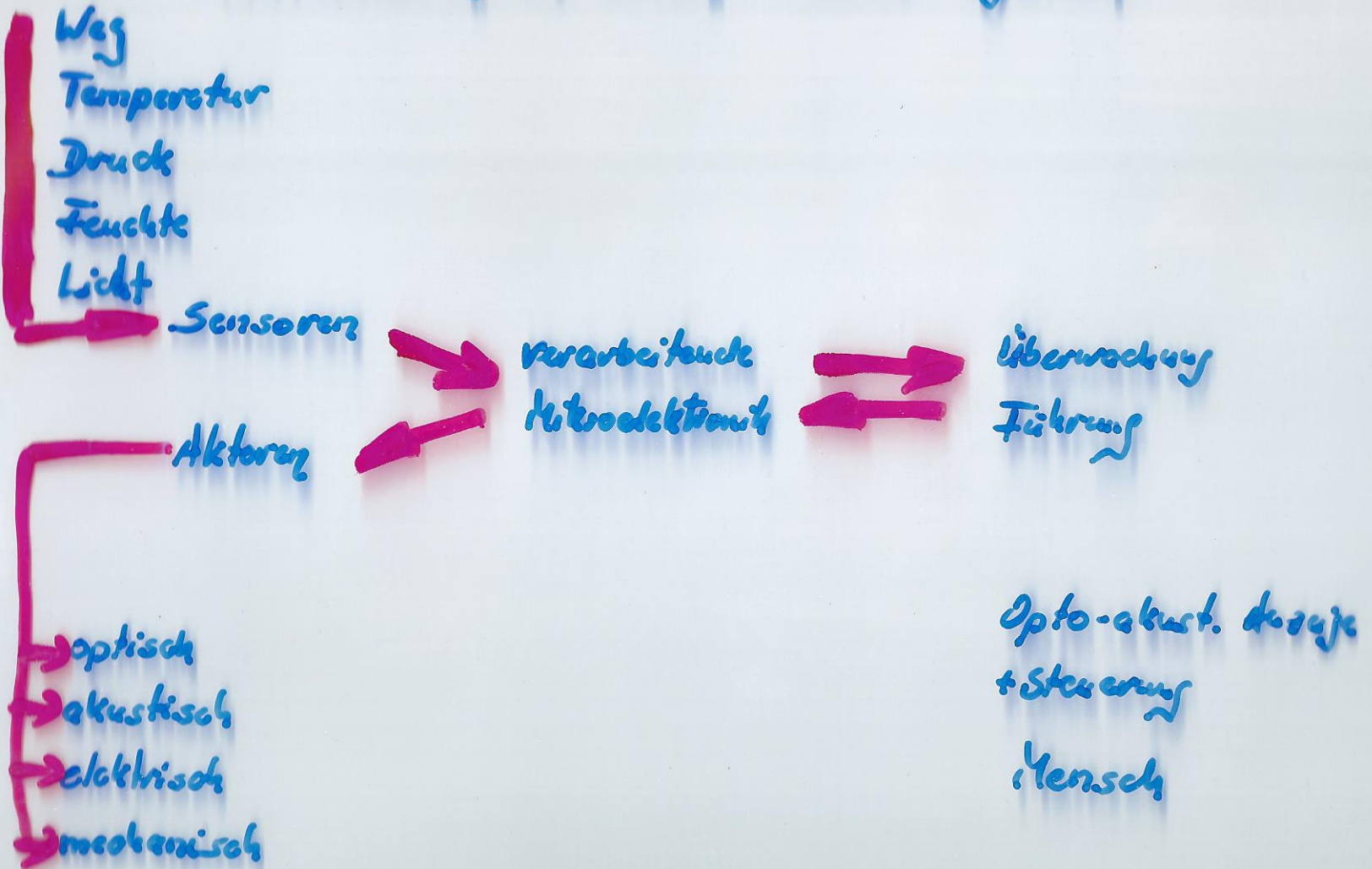


Kosten für eine Belichtungsanlage der Firma Perkin-Elmer (USA)
 bei 3M-, 2M- und 1M-Strukturen

Einfluß der Umweltbedingungen auf die Ausfallrate

<u>Umweltbedingungen</u>	<u>Multiplikationsfaktor</u>
klimatisierte Umwelt	0,1 ... 0,5
Normalbedingungen	1 ... 5
mobiler Einsatz	2 ... 15
Verkehrswesen (Eisenbahn, Kraftverkehr, Schifffahrt)	3 ... 30
Flugzeug	5 ... 100
Raumfahrt	> 50

Stellung der Sensoren und Aktoren in einem MSR-System



Entwicklung der BE-Generationen u. Gerätetechniken

