

VORTRAG

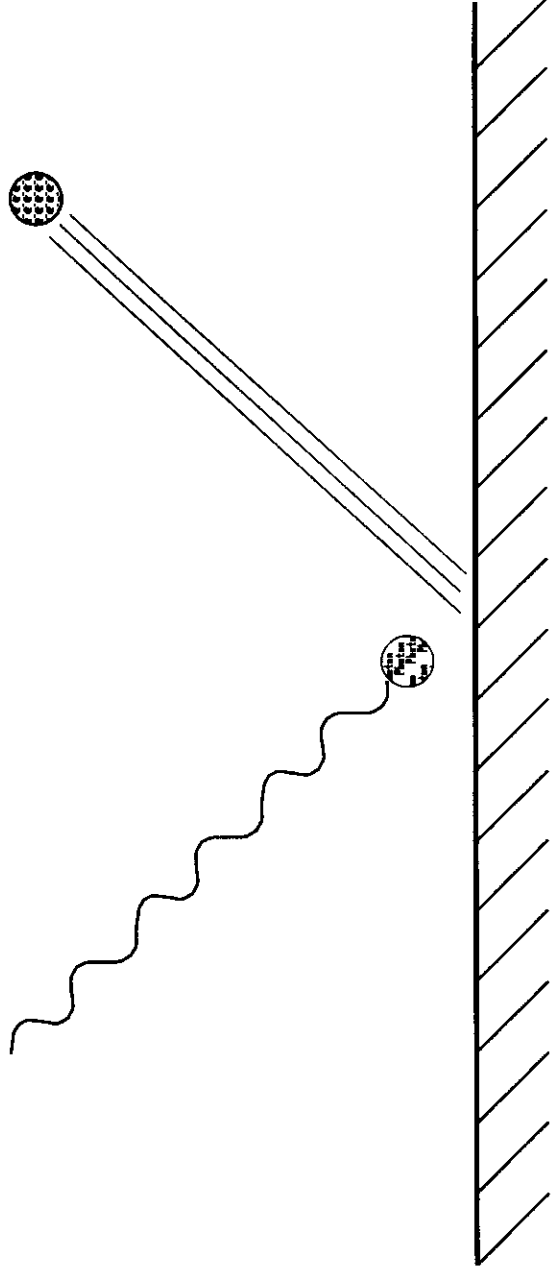
zum Thema

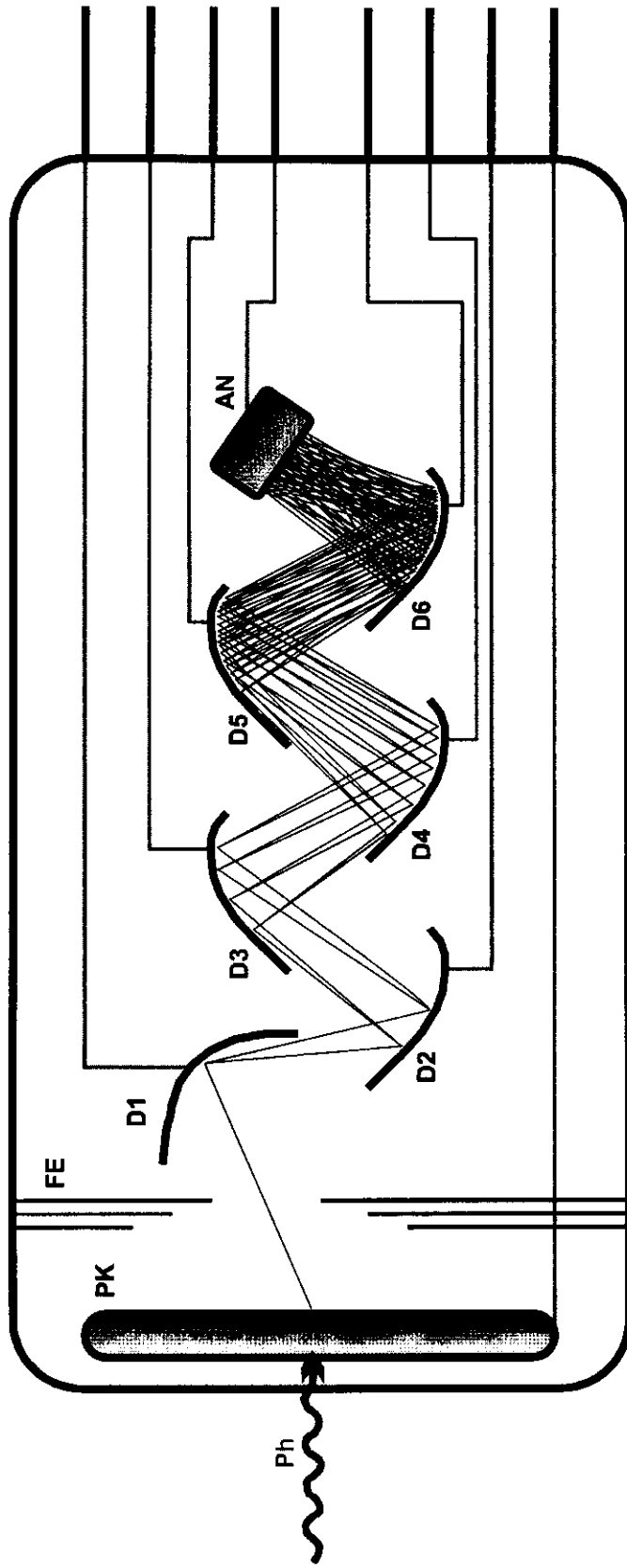
Photomultiplier & Diskriminator

Freitag, den 12.06.1998 16⁰⁰

PHOTOELEKTRISCHER EFFEKT

$$E = h \cdot \nu - \Phi_p$$

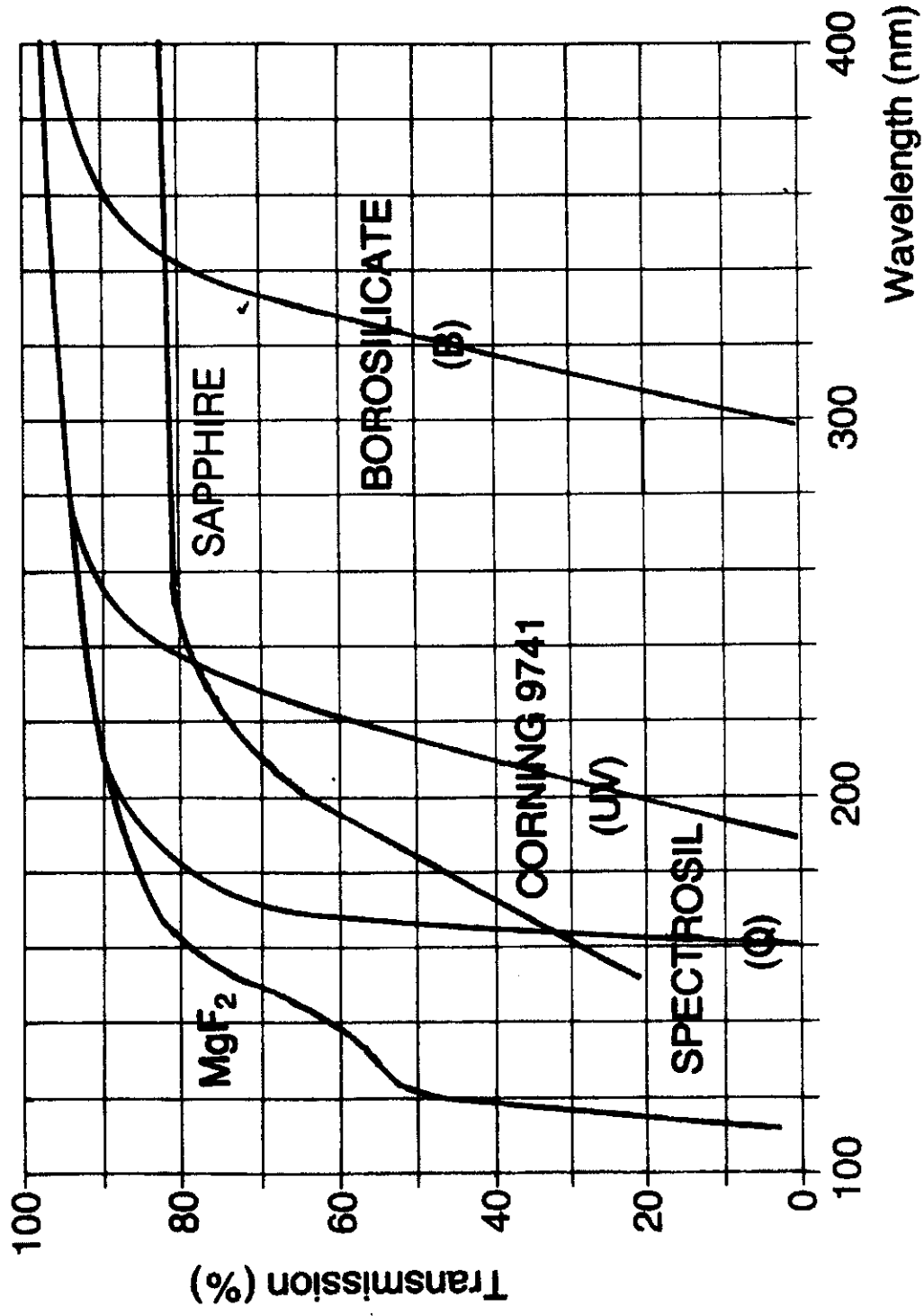




Fenstermaterialien

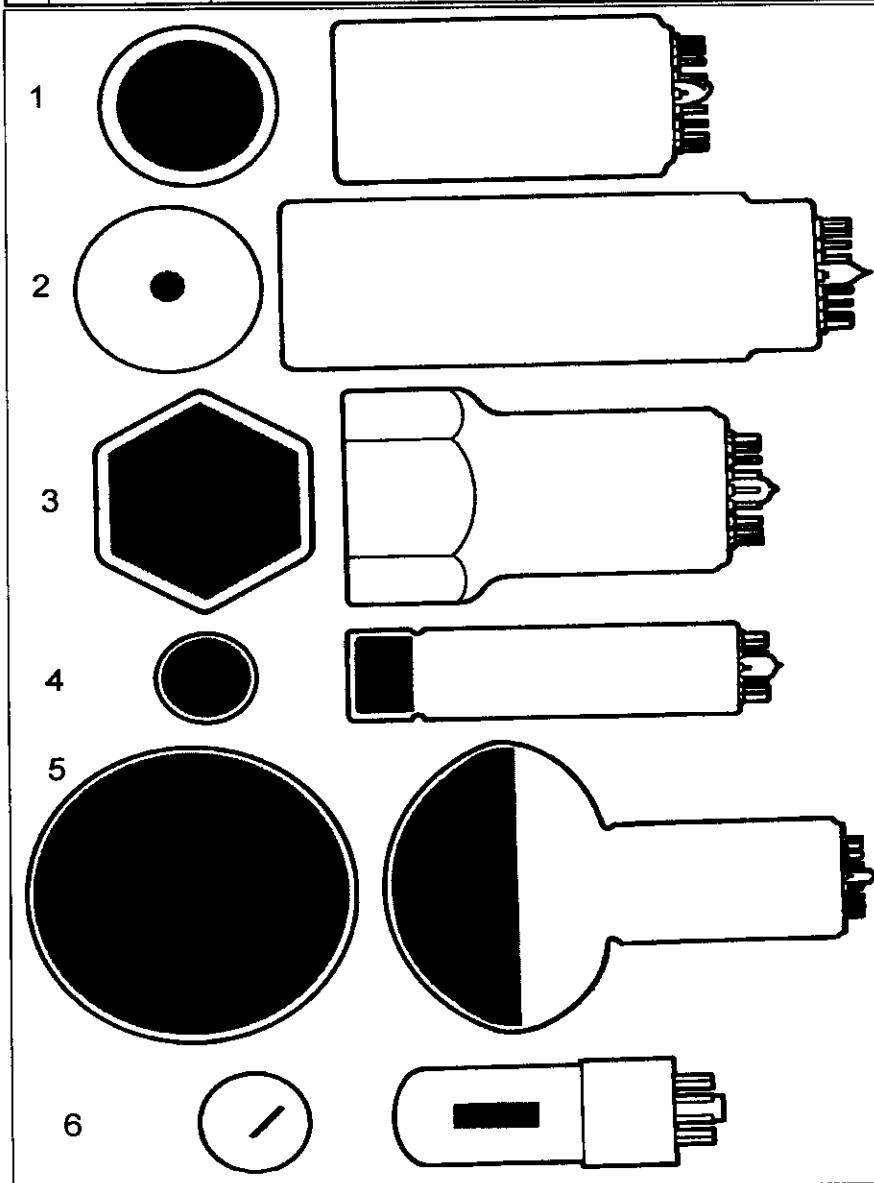
1	Borosilikat-Glas	> 300 nm	
2	UV-Glas	> 185 nm	hauptsächlich für Seitenfenster-PM
3	Quartz	> 160 nm	geringer radioaktiver Hintergrund
4	Magnesiumfluorid (MgF ₂)	> 115 nm	ohne radioaktive Verunreinigungen
5	Saphir (Al ₂ O ₃)	> 130 nm	Metall-Keramik-PM für raue Umgebung gute UV-Durchlässigkeit geringer Hintergrund

Durchlässigkeit einiger Fenstermaterialien



Aktive Fläche der Photokathode

Form	Bemerkungen	Anwendung
1 kreisförmig	Standard	*allgemein
2 reduziert	elektrostatisch verringerter Durchmesser zur Verringerung des Dunkelstroms	*Photonen zählen *Laserdetektion
3 hexagonal	erlauben dicht aneinander gepackt die Erfassung einer großen Fläche	*Gamma-Kameras
4 2Π	Seitenempfindlichkeit erlaubt Weitwinkeldetektion	*Sonden für die Strahlungsüberwachung
5 hemisphärisch	für weit entfernte diffuse Lichtquellen	*Grundlagenforschung
6 Seitenfenster	passend zum Ausgangsspalt eines Monochromators	*Photometer



Kinetische Energie eines Photoelektrons [J]

$$E = \frac{hc}{\lambda} - \Phi_p = h\nu - \Phi_p$$

Quantenausbeute [%]

$$QE\% = \eta(\lambda) = \frac{\text{photoelektrischer Ertrag}}{\text{einf allendem Photon}}$$

Strahlungsempfindlichkeit [$\mu\text{A}/\text{W}$]

$$E(\lambda) = \frac{\text{Kathodenstrom}}{\text{Watt einf allender Strahlung}}$$

$$E(\lambda) = \frac{I_k}{P} = \frac{e \cdot \lambda \cdot \eta(\lambda)}{h \cdot c} = \frac{\lambda \cdot \eta(\lambda)}{1.24}$$

Lichtempfindlichkeit [$\mu\text{A}/\text{lm}$]

$$S = \frac{I_k}{F} = \frac{\frac{10^3}{1.24} \cdot \int_0^{\infty} I(\lambda) \cdot \lambda \cdot \eta(\lambda) d\lambda}{680 \cdot \int_0^{\infty} I(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda}$$

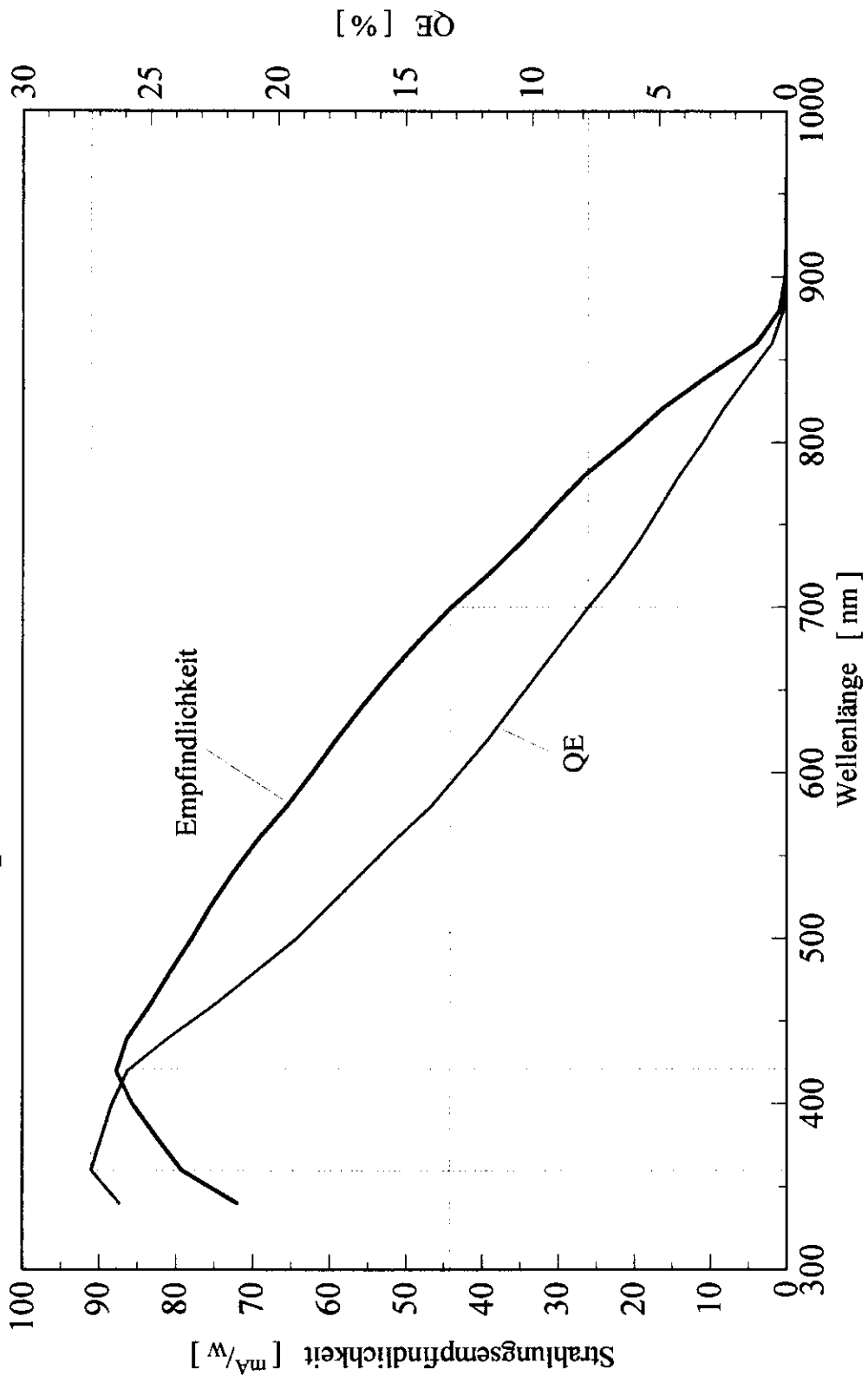
Kathodenstrom [mA]

$$I_k = \frac{P \cdot \lambda}{h \cdot c} \cdot \eta(\lambda) \cdot e$$

Anodenstrom [mA]

$$I_a = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_3 \cdot \dots \cdot \delta_{n-1} \cdot \delta_n \cdot I_k = G \cdot I_k$$

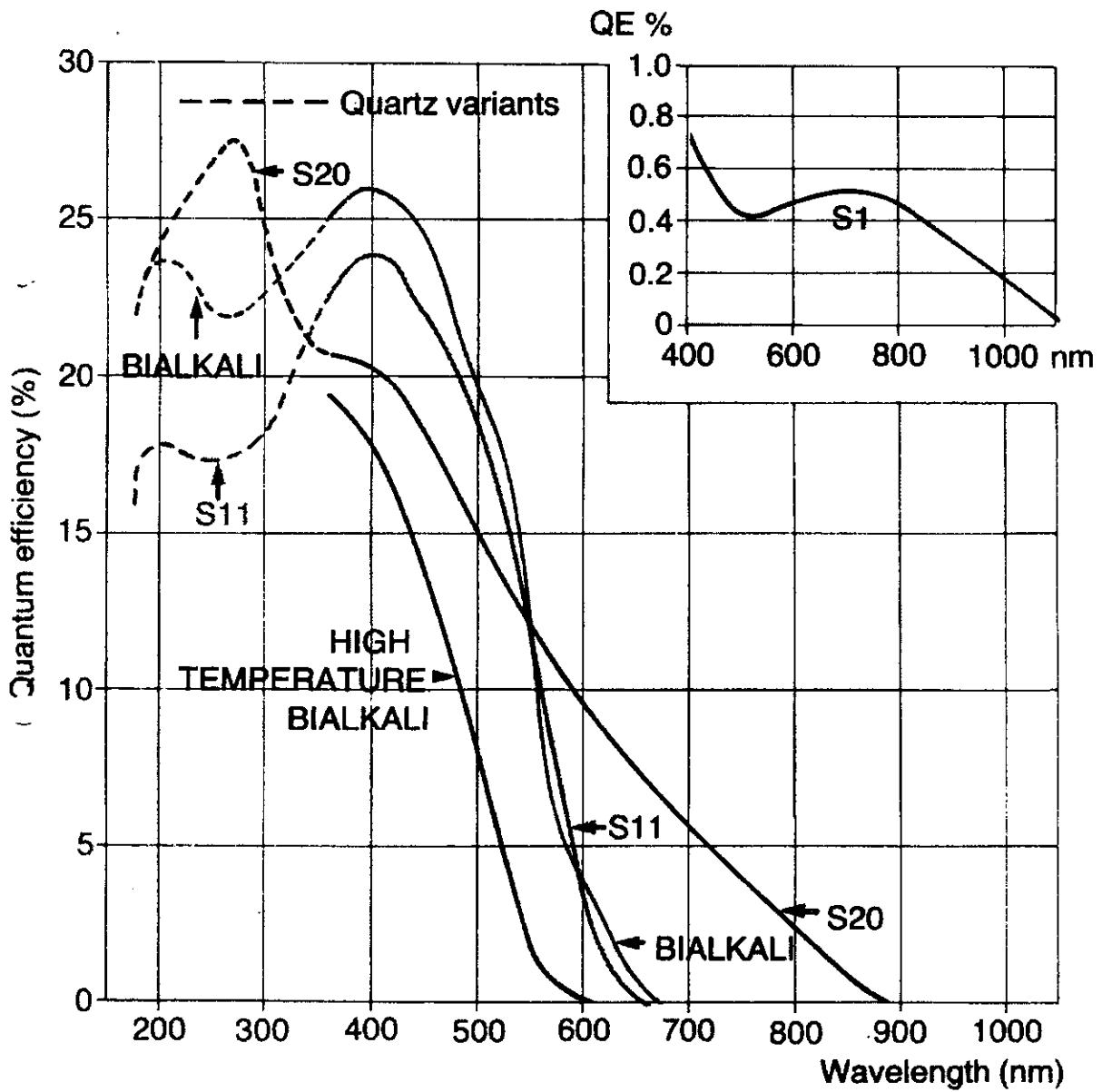
Beispiel von THORN EMI



Photokathodenmaterialien

Alkalimetalle besitzen eine geringe Austrittsarbeit			
1	Bialkali	Sb-Rb-Cs Sb-K-Cs	grün-blau am besten
2	Hochtemperatur-Bialkali	Na-K-Sb	s.o., aber 60°C ... 175°C
3	Gallium-Arsen in Cäsium aktiviert	GaAs (Cs)	UV -> 930 nm
4	Indium-Gallium-Arsen	InGaAs	in IR empfindlicher als GaAs (Cs) 900-1000 nm besseres S/N-Verhältnis als Ag-O-Cs
5	S1	Ag-O-Cs	empfindlich bis 1100 nm
6	S11	Sb-Cs	UV -> VIS, veraltet, außer helle Lichtquellen
7	S20 / Trialkali / Multialkali	Na-K-Sb-Cs	UV -> IR (950 nm)
8	Solar-blind	Cs-Te	vacUV -> UV (320nm)
		RbTe	vacUV -> UV (350nm)
		Cs-I	vacUV -> UV (200nm)
		KBr	vacUV -> UV (200nm)

Quantenausbeute einiger Photokathodenmaterialien

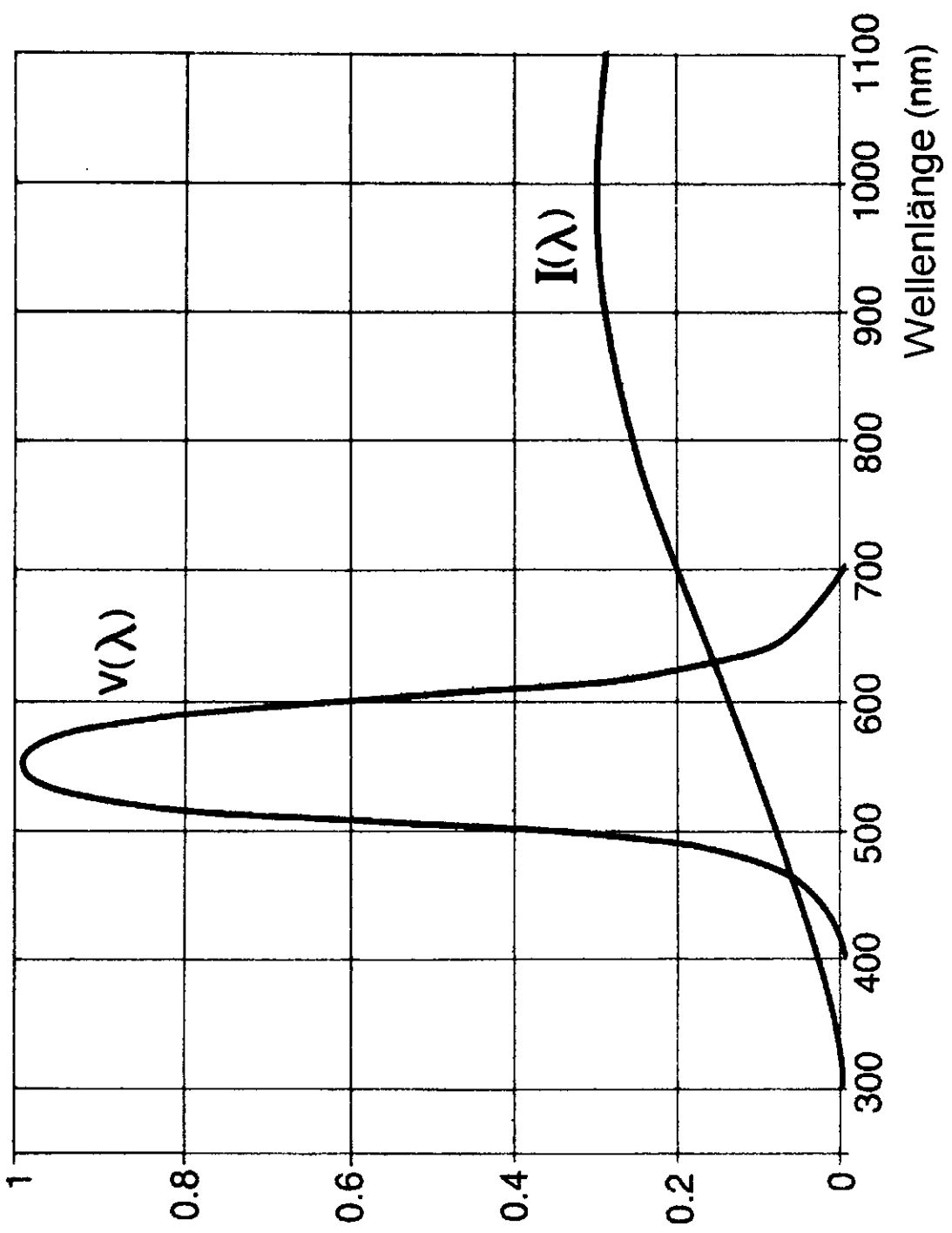


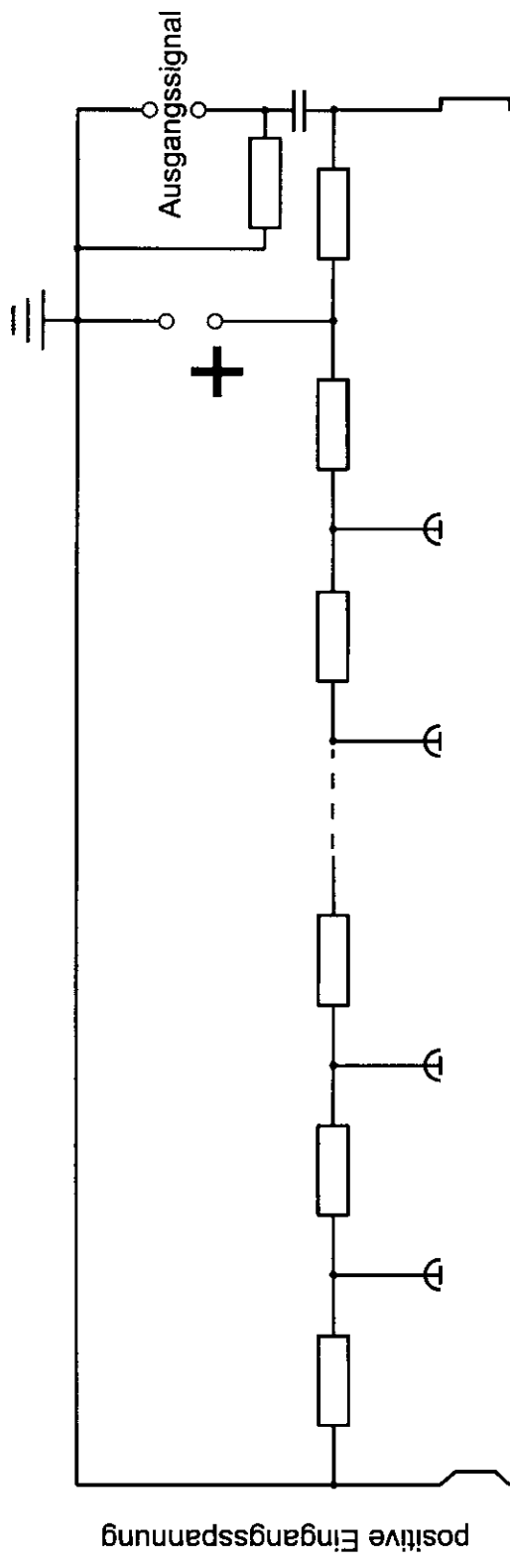
Photomultiplier-Kennwerte

Vergleich Modell 9658 B mit typischen Werten

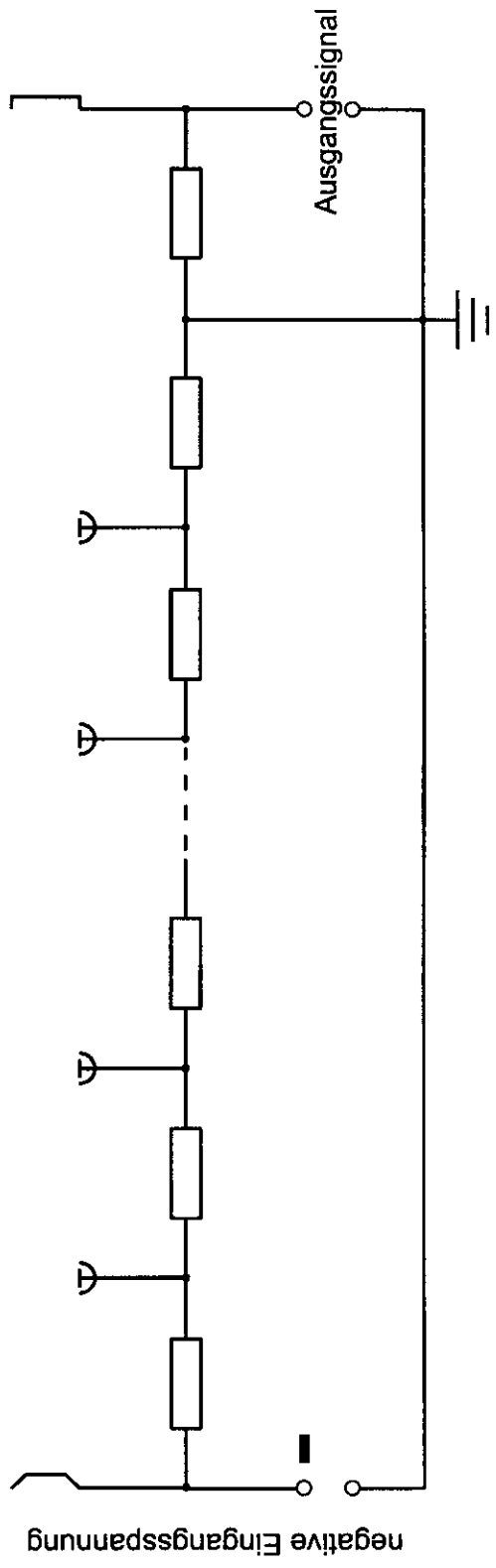
Typ				9658B	andere
Material	Kathode Fenster			S20 B prismatisches Fenster	S1, Bialkali Q, UV
Dynoden	Zahl Typ Mat.			11 VB CsSb	5 ... 14 LF, BG, CF BeCu
effektiver Kathodendurchmesser			mm	45	2,5 ... 175
			inch	1,8	0,1 ... 6,9
Kathodenempfindlichkeit		min. typ.	μA/lm	- 250	20 ... 125 35 ... 320
	Corning blue	min. typ.		- 10	5 ... 9,5 6 ... 12
	Corning red	min. typ.		- 140	... 6 ... 1 ... 170
	Infrarot	min. typ.		12 20	6 ... 20 2,5 ... 28
	QE	peak	%	24	17 ... 29
		700nm		5,5	0,5 ... 6,5
		700nm	mA/W	30,8	2,8 ... 36,4
	Anodenempfindlichkeit	(I _a) @ V _{k-a}	nom. typ. max.	A/lm V	200 950 1400
Verstärkung			0,8·10 ⁵		6·10 ³ ... 8,3·10 ⁷
Dunkelstrom		I _{a,dunkel}	typ.	nA	1
	max.			10	0,1 ... 1000 (...20000)
	Count	typ.	cps	-	40 ... 500
Reaktionszeiten	Anstieg	10%→90%	ns	10	1,5 ... 15
	Durchgang	Kath.→An.		65	20 ... 110
	Halbwert	50%A-50%E		22	2,3 ... 45
Kennwerte	V _{k-d1}	max.	V	300	150 ... 1000
	V _{d-d}	max.	V	300	150 ... 450
	V _{k-a}	max.	V	2300	1200 ... 3300
	I _k	max.	μA	1	0,0001 ... 5
	I _a	max.	μA	200	100 ... 200
Umgebungstemperatur		min.	°C	-80	-180 ... -130
		max.		60	60 ... 175

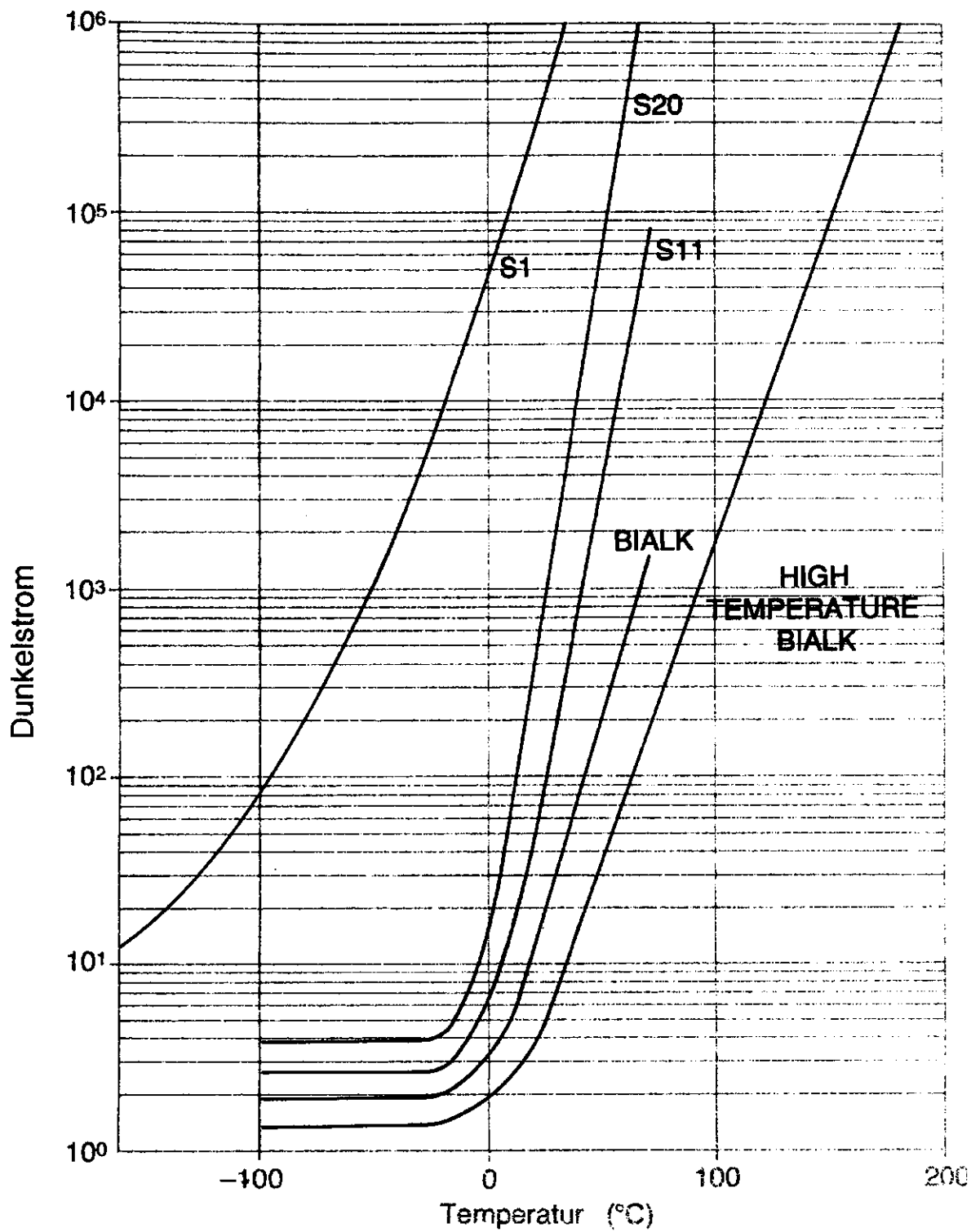
relative spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges - $V(\lambda)$
und Spektrum einer Wolframlampe bei 2856 K - $I(\lambda)$

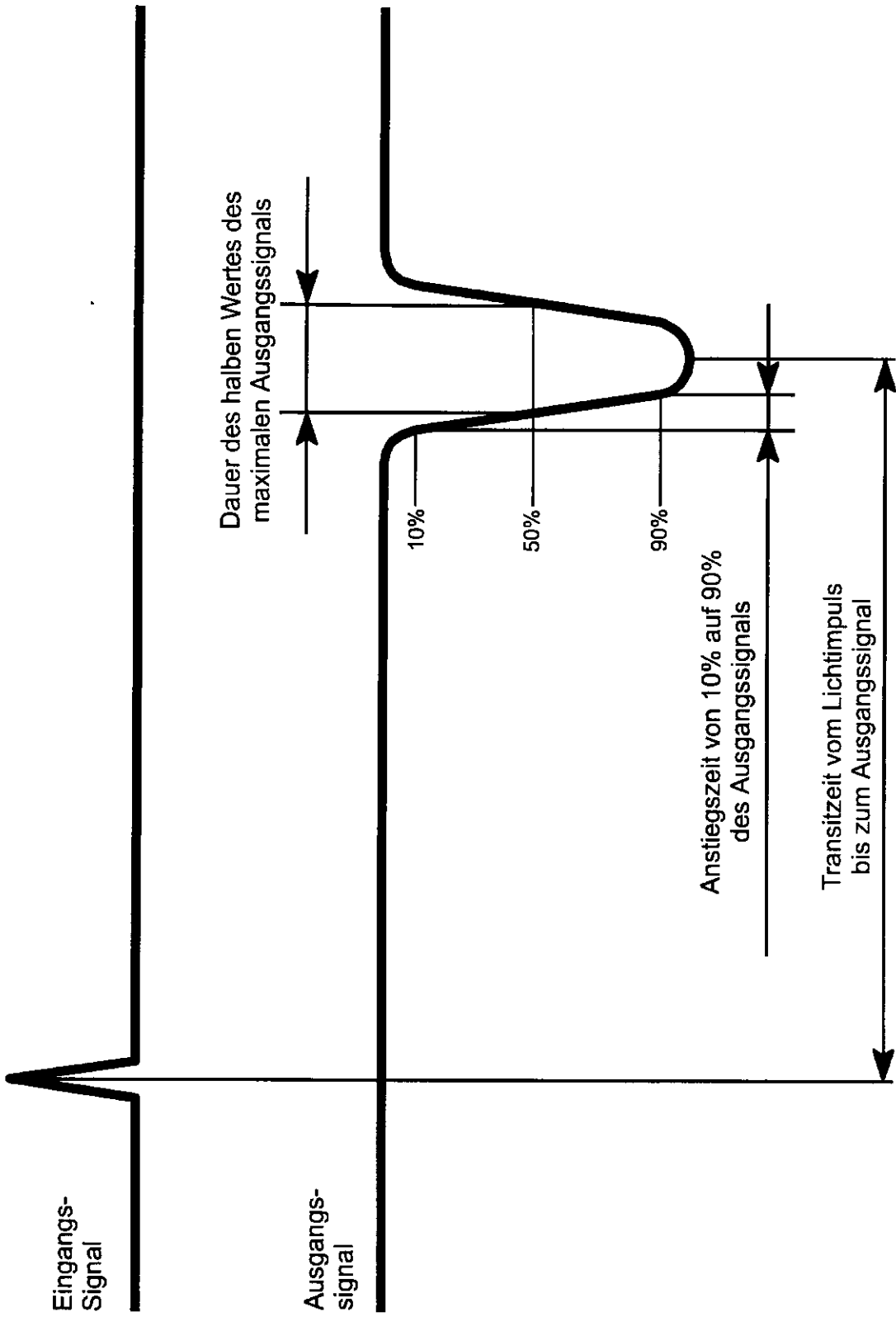




K D1 D2 Dn-1 Dn A

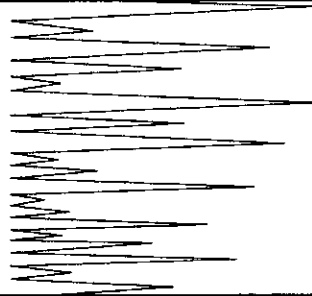




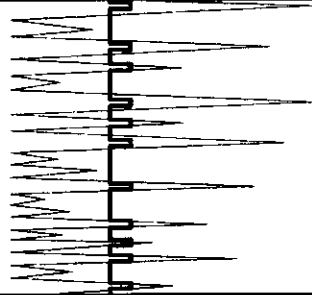




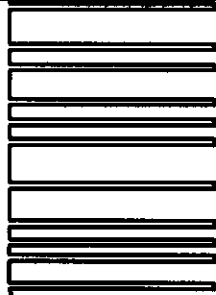
Vorverstärker



Diskriminator

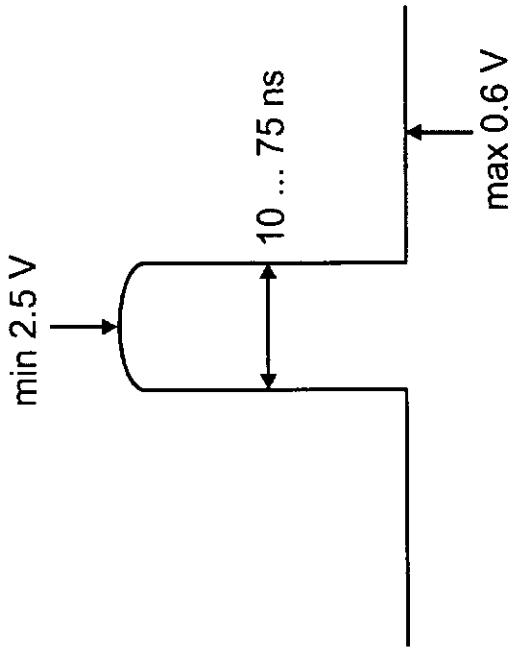


Verstärker

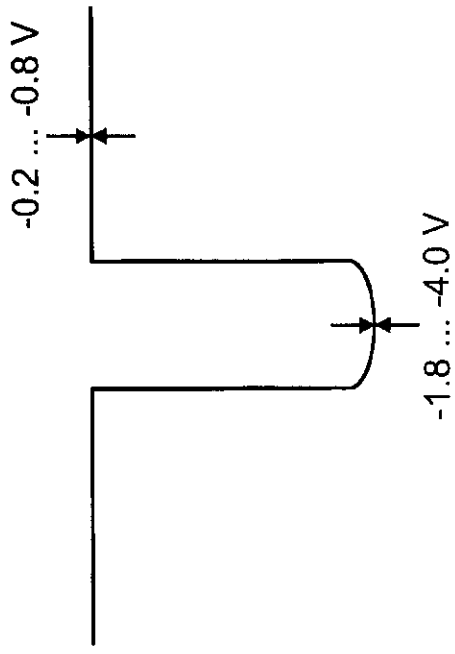


Diskriminator-Kennwerte

Stromzufuhr		Input	Schwelle		Output		
			μV	μA	Impulsbreite ns	Impulsfolge ns	Impulse pro Sekunde
V	μA	Eingangswiderstand 50 Ω					
+ 12	130	Signal vom Photomultiplier	150	3	10	20	50.000.000
	und		:	:	:	:	:
- 12	130		500	10	75	85	1.18E+07
						Breite + 10	5.00E+07



ECL



TTL