

## 5. Szintillatoren und Photovervielfacher

5.1 Messprinzip von Szintillatoren

5.2 Anorganische Szintillatoren

5.3 Organische Szintillatoren

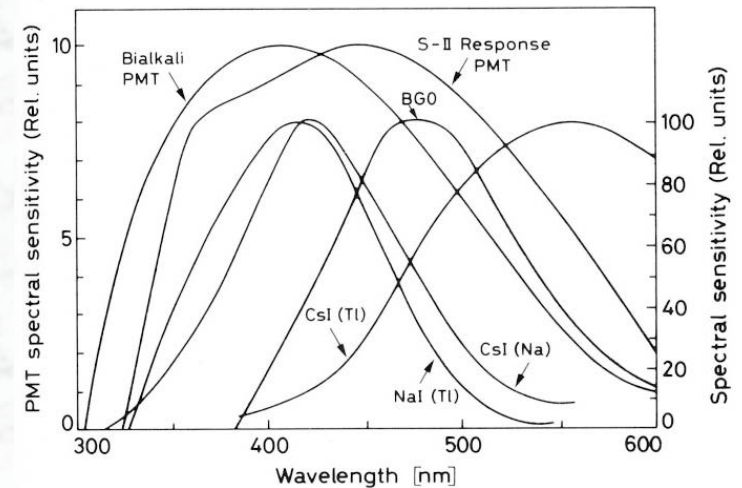
5.4 Photovervielfacher

5.5 Anwendungen in Detektorsystemen

## Abbildungen zu Kap 5.2

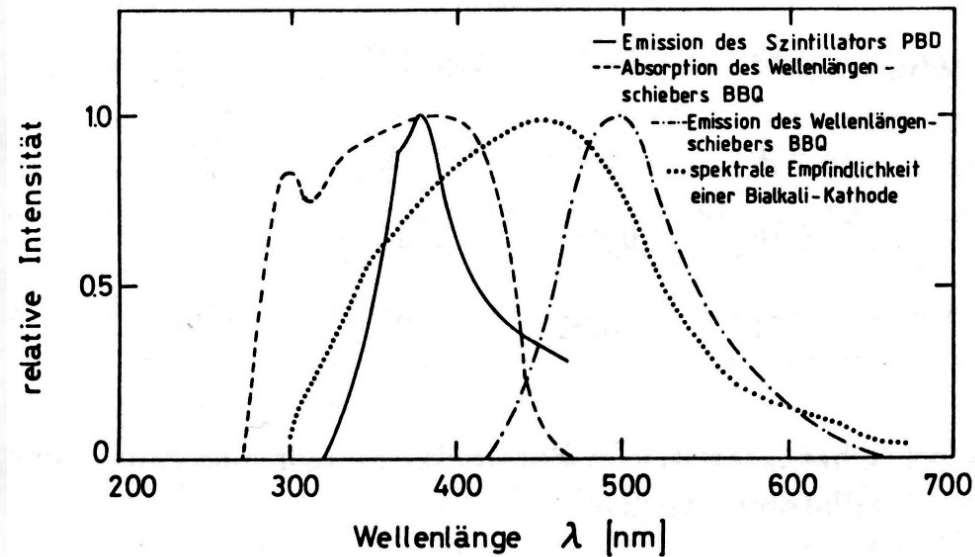
Scintillator	Density [g/cm <sup>3</sup> ]	X <sub>0</sub> [cm]	Light Yield γ/MeV (rel. yield*)	τ <sub>1</sub> [ns]	λ <sub>1</sub> [nm]	Rad. Dam. [Gy]	Comments
NaI (Tl)	3.67	2.59	4×10 <sup>4</sup>	230	415	≥10	hygroscopic, fragile
CsI (Tl)	4.51	1.86	5×10 <sup>4</sup> (0.49)	1005	565	≥10	Slightly hygroscopic
CSI pure	4.51	1.86	4×10 <sup>4</sup> (0.04)	10 36	310 310	10 <sup>-3</sup>	Slightly hygroscopic
BaF <sub>2</sub>	4.87	2.03	10 <sup>4</sup> (0.13)	0.6 620	220 310	10 <sup>-5</sup>	
BGO	7.13	1.13	8×10 <sup>3</sup>	300	480	10	
PbWO <sub>4</sub>	8.28	0.89	≈100	440 broad band 530 broad band		10 <sup>-4</sup>	light yield =f(T)

### Charakteristische Parameter einiger anorganischer Szintillatoren



Lichtemissionsspektren für einige anorganische Szintillatorkristalle [Ref. W.R. Leo]

## Abbildungen zu Kap 5.3

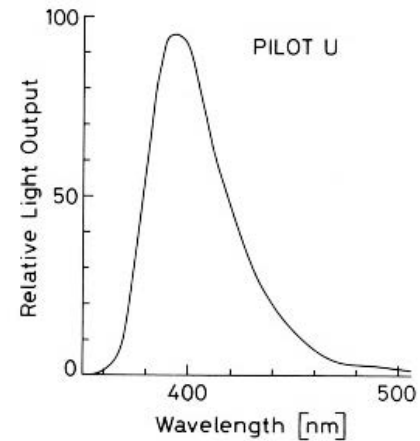
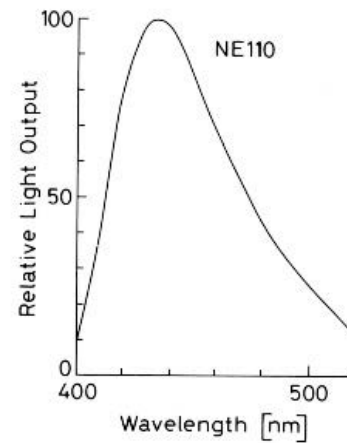
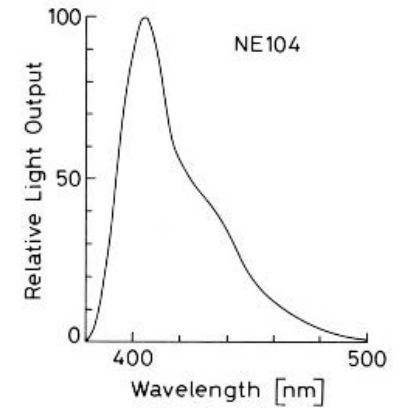
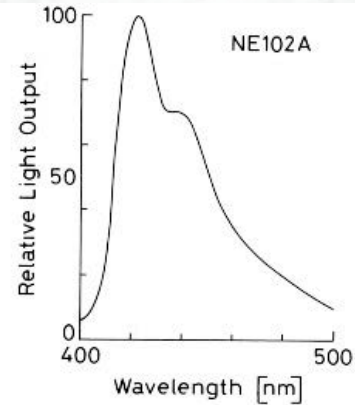


Fluoreszenzstoffe	$\lambda_{\max}$ [nm] Emission	Abklingzeit [ns]	Ausbeute $\frac{\text{Ausbeute NaJ}}{\text{Ausbeute NaJ}}$
Naphtalen	348	96	0.12
Anthracen	440	30	0.5
<i>p</i> -Therphenyl	440	5	0.25
PBD	360	1.2	
Wellenlängenschieber			
POPOP	420	1.6	
bis-MSB	420	1.2	

Emissionsspektren eines primären Fluoreszenzstoffs und eines Wellenlängenschiebers im Vergleich mit der spektralen Empfindlichkeit der Photokathode eines gängigen Photomultipliers [Ref. C. Grupen]

Wichtige Parameter organischer Fluoreszenzstoffe und Wellenlängenschieber. Die angegebene Lichtausbeute ist auf diejenige eines NaJ Szintillators normiert. [Ref. C. Grupen]

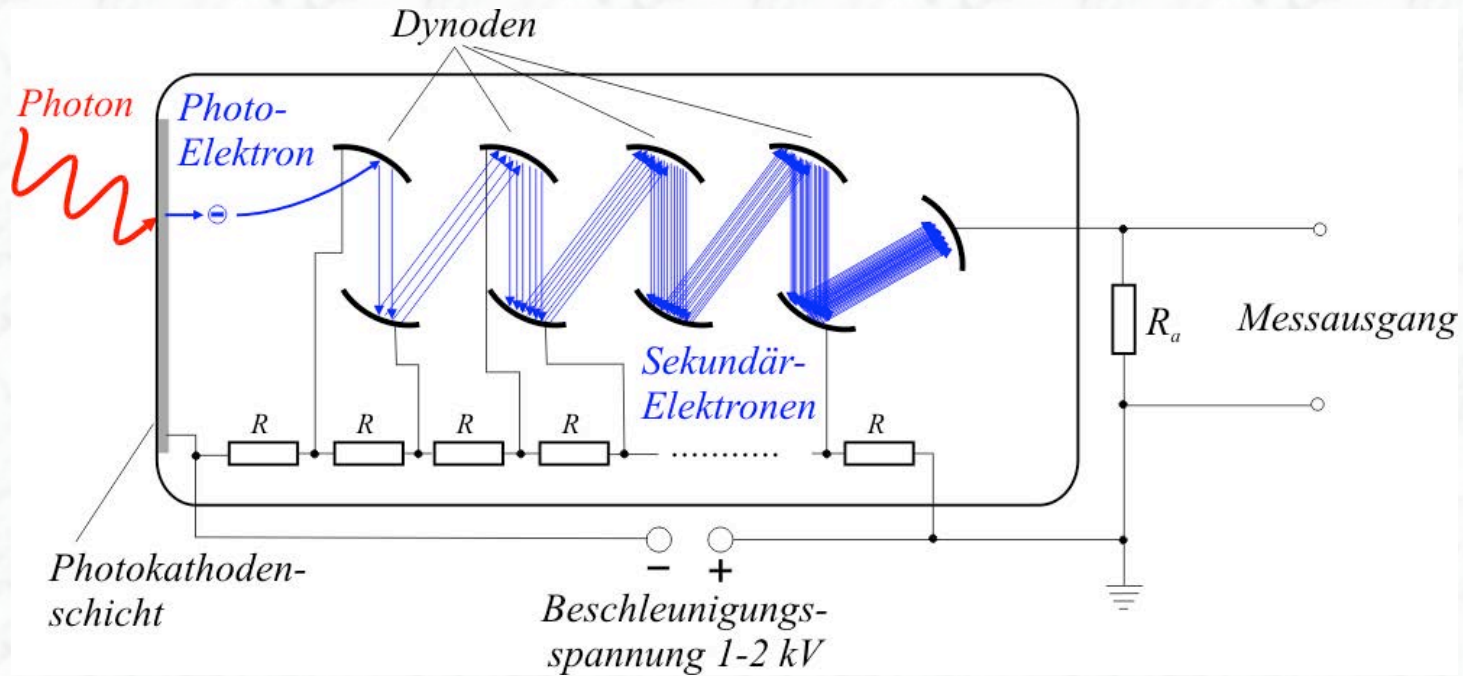
Scintillator	$\sigma$ [ns]	$\tau$ [ns]
NE102A	0.7	2.4
NE111	0.2	1.7
Naton 136	0.5	1.87



Gauss-Standardabweichung und exponentielle Zeitkonstante für Lichtpulse häufig verwendeter Plastikszintillatoren. [Ref. W.R. Leo]

Licht-Emissionsspektren einiger häufig verwendeter Plastikszintillatoren der Fa. *Nuclear Enterprises*. [Ref. W.R. Leo]

## Abbildungen zu Kap 5.4



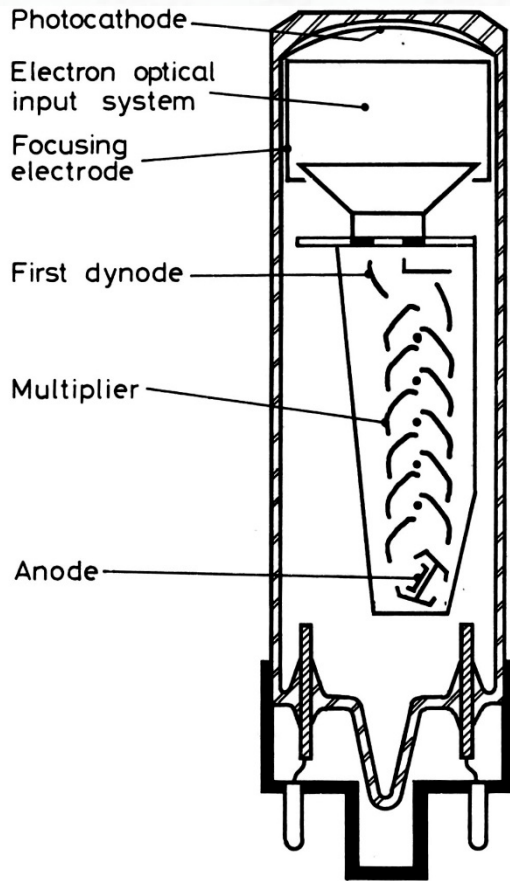
Schematische Zeichnung zum Aufbau und zur Funktionsweise eines Photovervielfachers



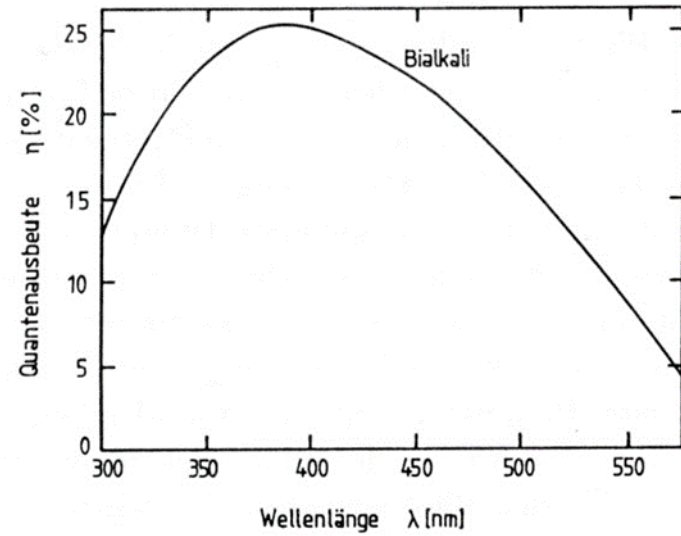
„Standard Photomultiplier“ für Anwendungen in der Detektorphysik



Spektrum von Photomultiplier-Typen im Angebot der Fa. Hamamatsu Photonics (J)

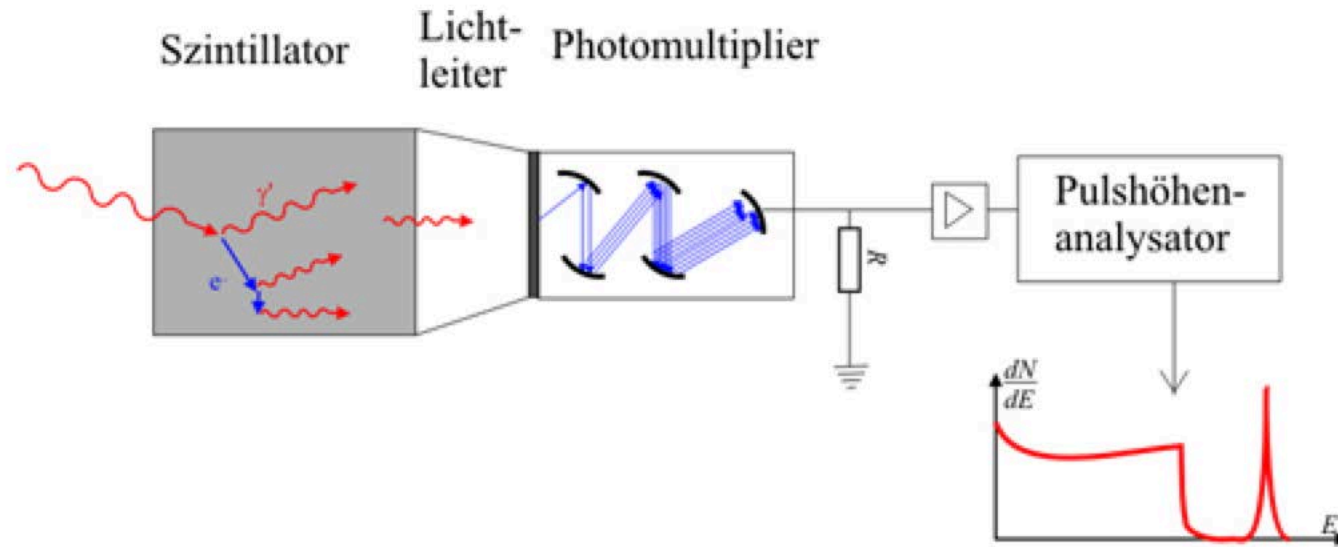


Schematischer Aufbau eines Photomultipliers. [Ref. W. R. Leo]



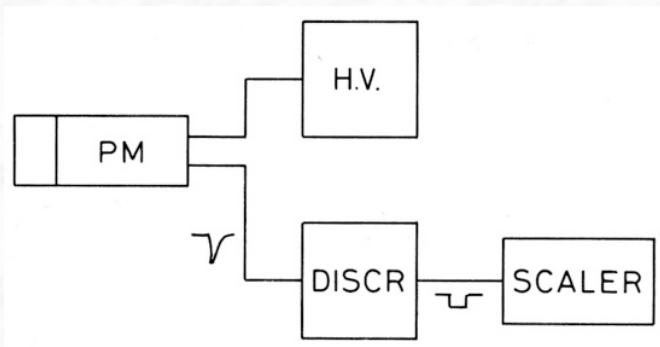
Quantenausbeute einer Bi-alkali-Kathode als Funktion der Wellenlänge. [Ref. C. Grupen]

# Abbildungen zu Kap 5.5



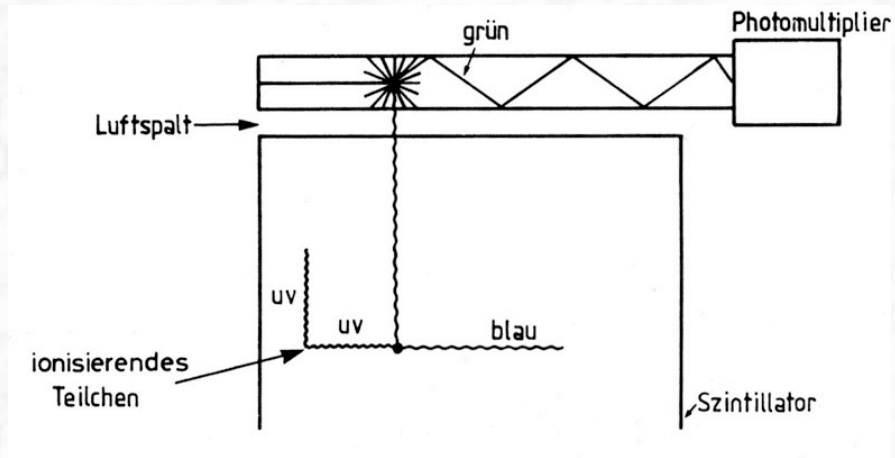
Schema eines Szintillationszählers

## Typischer Messaufbau zur $\gamma$ -Spektroskopie

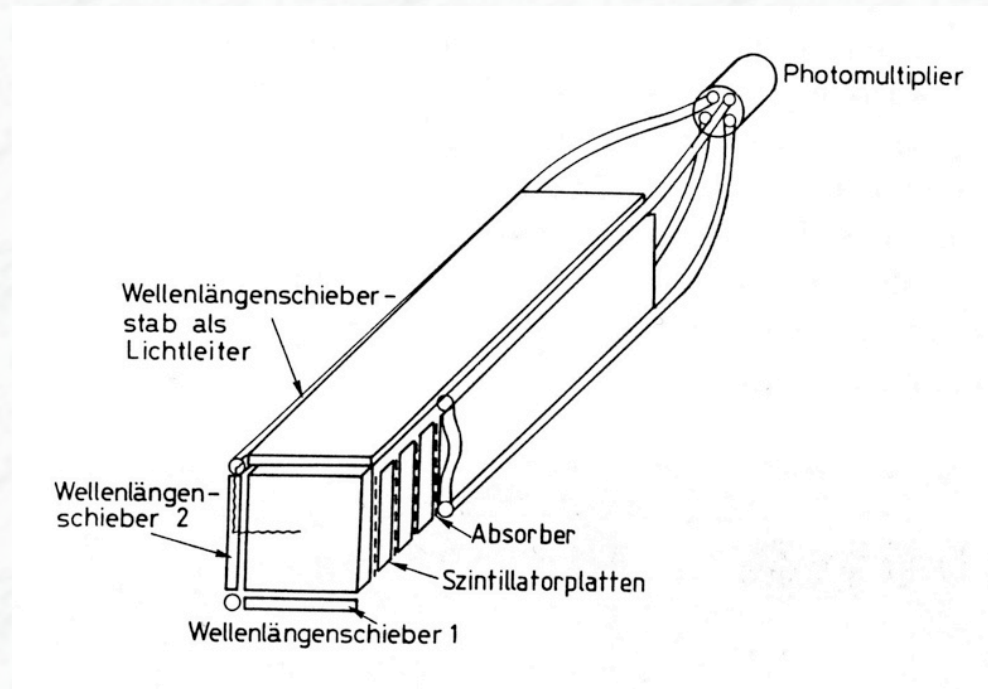


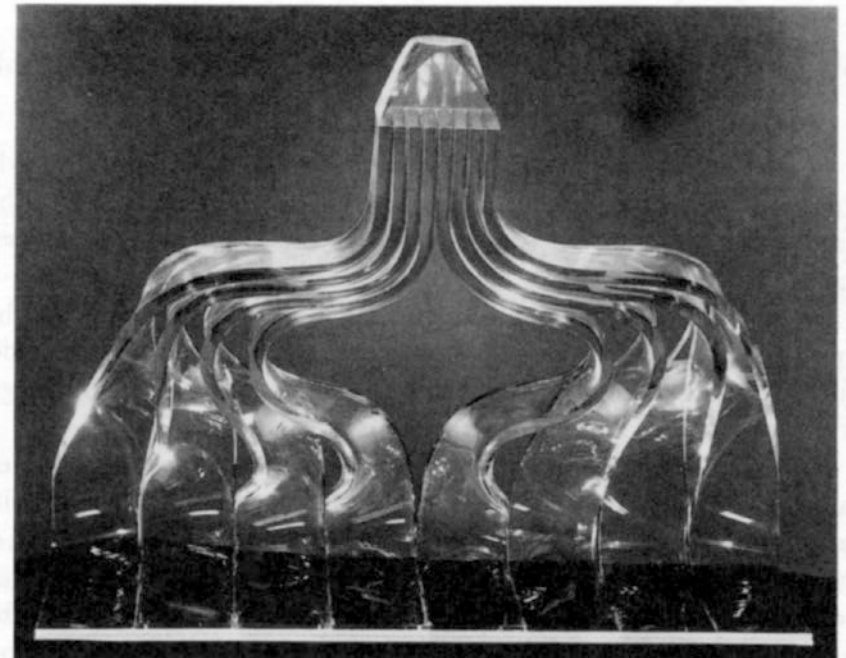
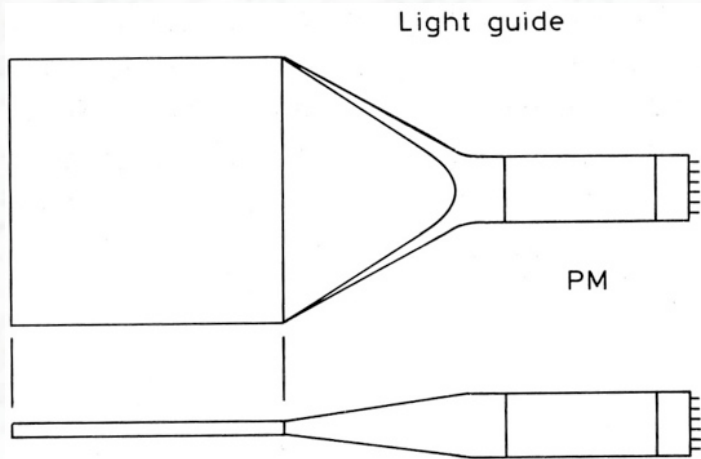
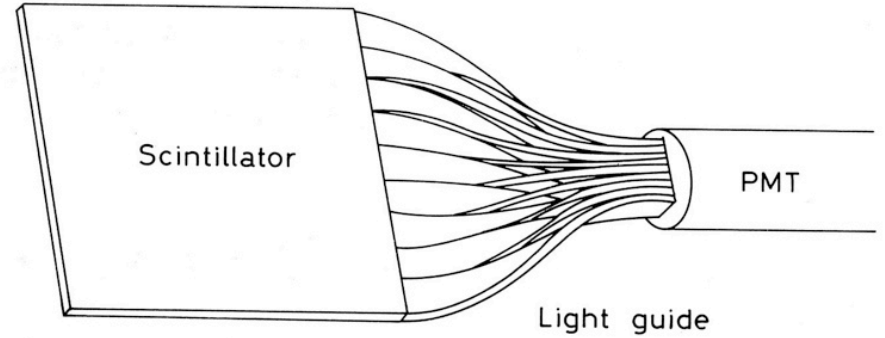
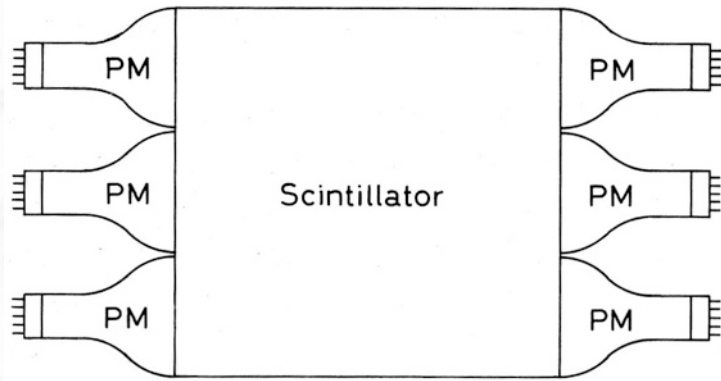
Prinzipschaltbild einer Zählapparatur für Teilchendurchgänge



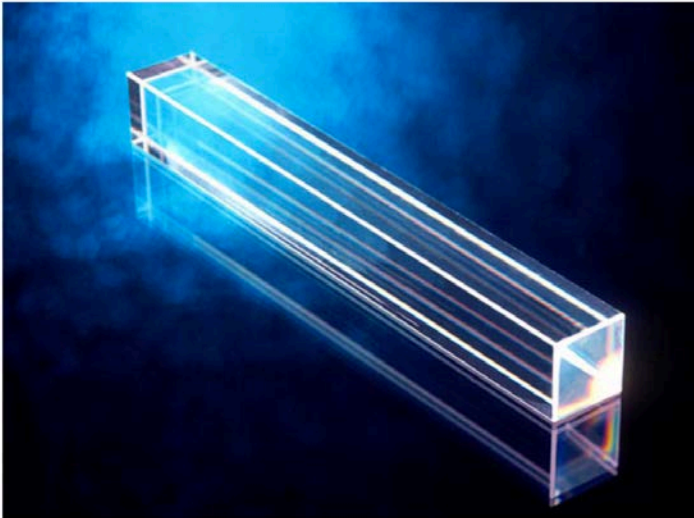


Prinzip einer Kalorimeterauslese mit Szintillator, Wellenlängenschieber und Photomultiplier





Beispiele für die Ankopplung von Photomultiplier an Szintillatoren über Lichtleiter

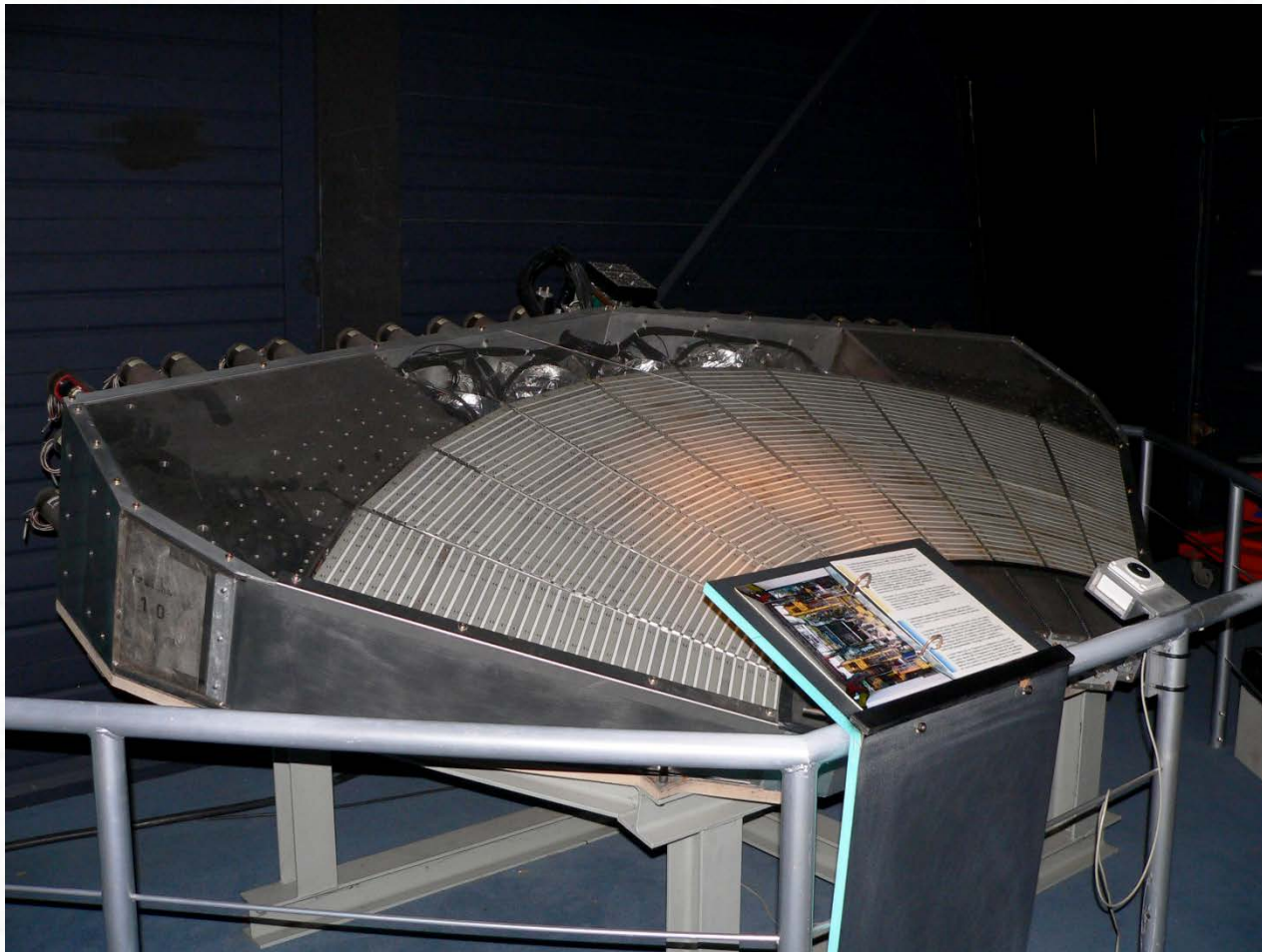


Blei-Wolframat Kristall

Quelle: CERN

Blei-Wolframat-Szintillatorkristalle zur  
Energiesmessung im CMS-Experiment  
am LHC





Kalorimeter des UA2-Experiments mit Plastiksintillatoren als aktivem Material