



10. Leibnizkonferenz – Sensorsysteme 2010 - SiS-Gamma/PET-Probe der dritten Generation



www.silicon-sensor.com

Dr. Ing. T. Göbel / Tel. 030/63 99 23 60



Sentinel-Lymphknoten Diagnostik und PET-Tumordiagnostik (Sentinel Lymph Node Biopsy)

- **Mammakarzinom** (Brustkrebs)
⇒ etablierte Methode in der Gynäkologie und Chirurgie
- **Malignes Melanom** (Hautkrebs)
⇒ etablierte Methode in der Dermatologie
- **Zervixkarzinom** (Gebärmutterkrebs), **Rektumkarzinom** (Darmkrebs)
und **Prostatakarzinom** (Vorsteherdrüsenkrebs)
⇒ in der Phase Einführung in die Chirurgie und Onkologie
- **Minimal invasive Chirurgie**
⇒ Brustkrebs und Kopf- und Halschirurgie
in naher Zukunft:
 - **direkte Tumorresektion** mit PET-Sonden für PE-Nuklide (F18, Ga68)
⇒ in der Phase medizinischer Studien und Überleitung in die Chirurgie







Entwicklung und Herstellung von Gamma Sonden bei SiS

1998 ... 2008

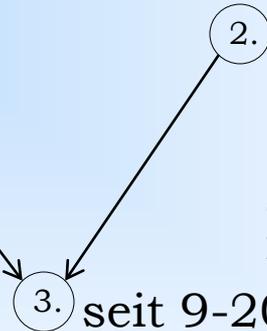
2003 ... heute



Gammasonde – drahtgebunden an Steuer-PC



Gammasonde – Handsonde mit integriertem μC



3. seit 9-2010

Gamma/PET-Sonde – Funksonde mit Touchscreenpanel-PC





Ansicht SiS – Gamma- und PET - Sonde





(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 12 297 B4 2005.03.24**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 12 297.7**
 (22) Anmeldetag: **08.03.2001**
 (43) Offenlegungstag: **26.09.2002**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **24.03.2005**

(51) Int. Cl.: **G01T 1/29**
G01T 1/20, G01T 1/164

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Silicon Instruments GmbH, 12459 Berlin, DE

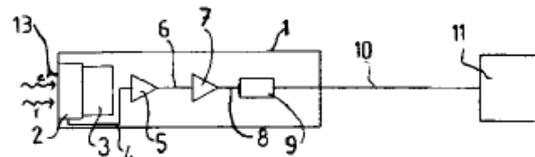
(74) Vertreter:
Maikowski & Ninnemann, Pat.-Anw., 10707 Berlin

(72) Erfinder:
Bärwolff, Hartmut, Prof. Dr., 51643 Gummersbach, DE; Göbel, Thomas, Dr., 12683 Berlin, DE; Hug, Olaf, 10825 Berlin, DE; Lange, Dieter, Dr., 69118 Heidelberg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 36 11 685 A1
EP 05 35 160 B1
WO 98 48 300 A2

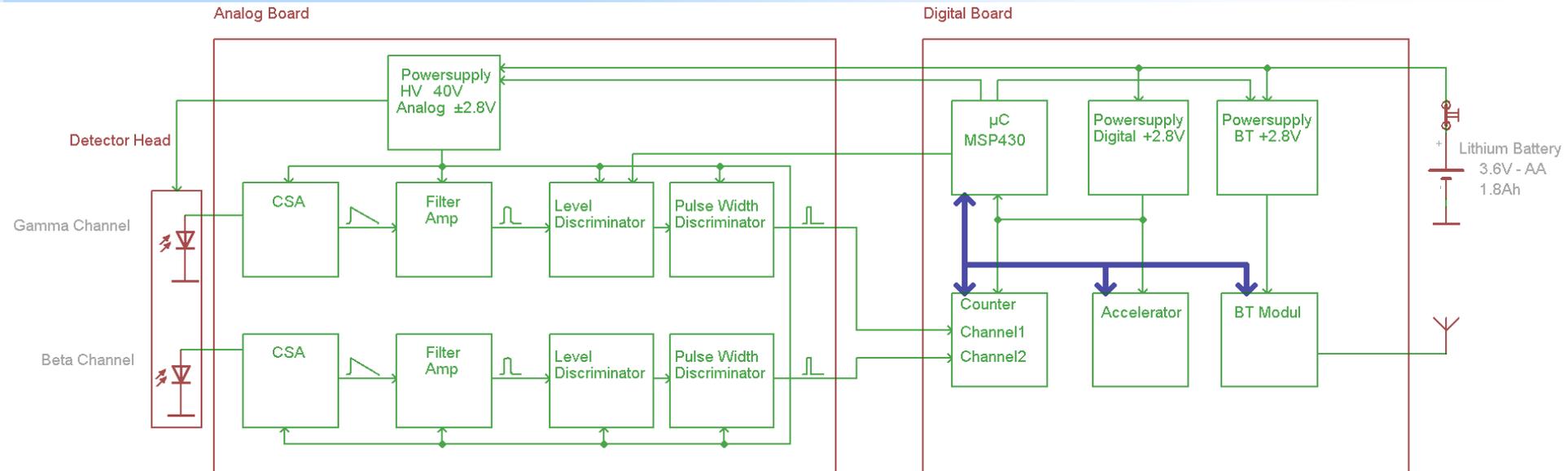
(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung der Position eines Positronenemitters in einem Material**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines Positronenemitters in einem Material, insbesondere in einem biologischen Gewebe, mit – mindestens einem Detektor (2, 2a) zur Erzeugung von Detektorsignalen durch die vom Positronenemitter emittierte Positronen-Strahlung und/oder durch die bei der Wechselwirkung der Positronen mit Elektronen des Materials entstehende Gamma-Strahlung und





Aufbau der SiS-Gamma/PET-Probe Blockschaltbild des Sonde



CSA → ENC ≈ 30 e⁻rms ≈ 5 × 10⁻¹⁸ C = 5 aC (!) → sehr rauscharm und empfindlich

Filter Amp → 1 × D + 3 × I mit τ = 2 μs → S/R ≈ 2,5 für Tc(99m)

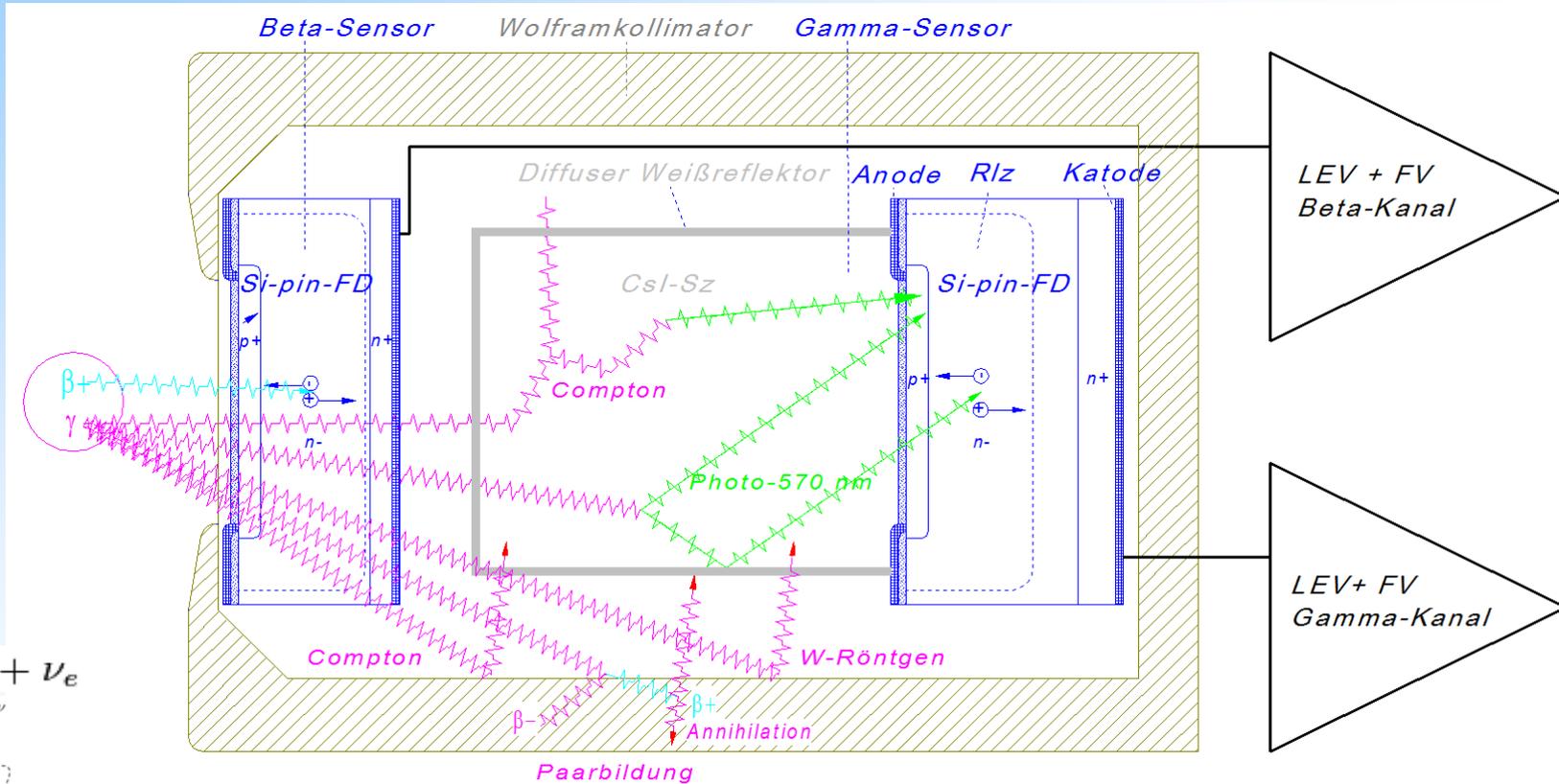
Level Disc → Photopeakdiskrimination

Pulse Width Disc → Mikrophonieunterdrückung

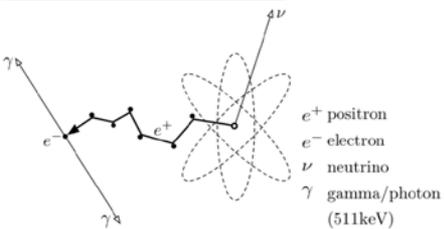
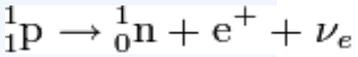




Aufbau des PET-Sensors

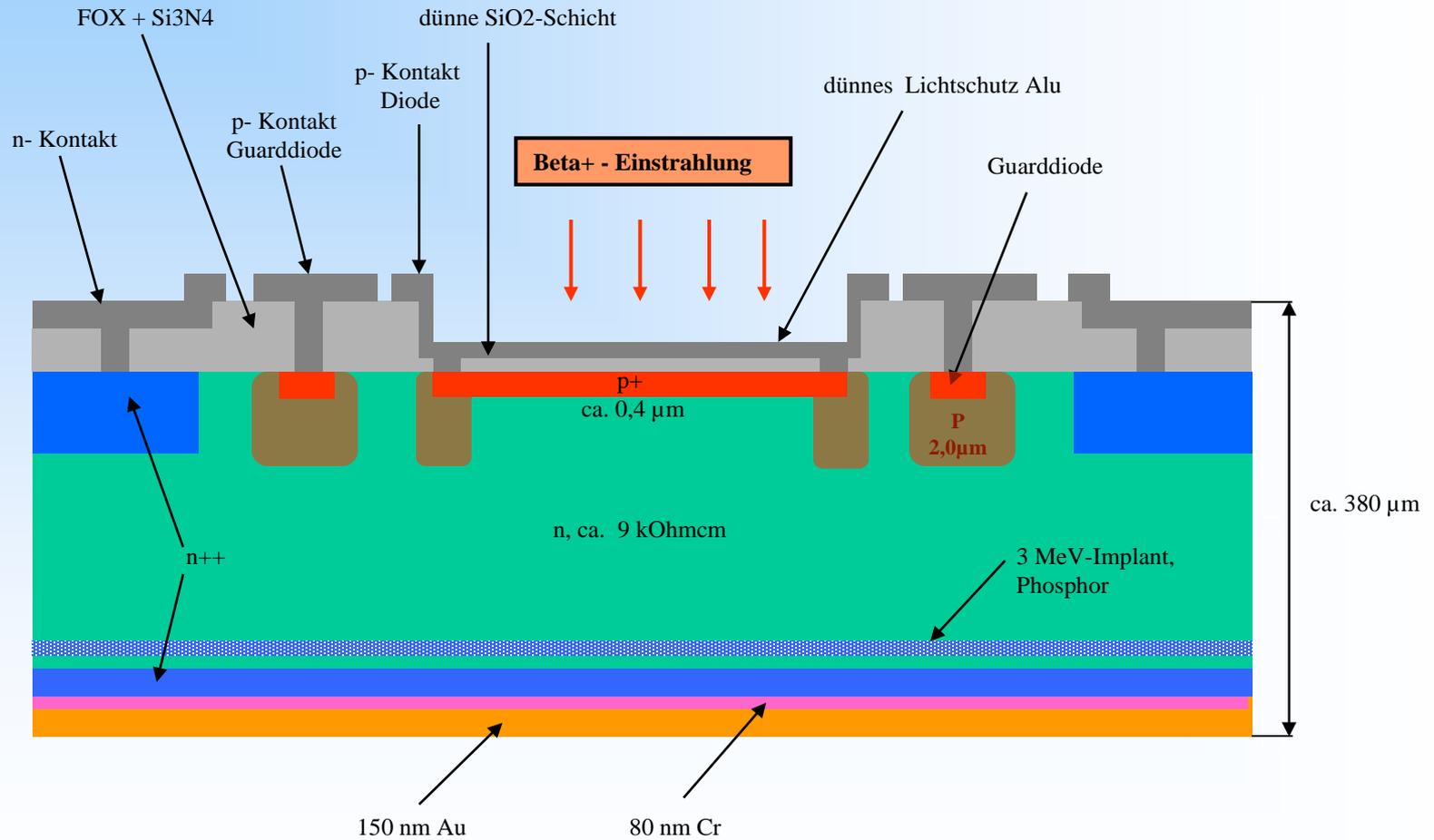


Beta-Plus-Zerfall



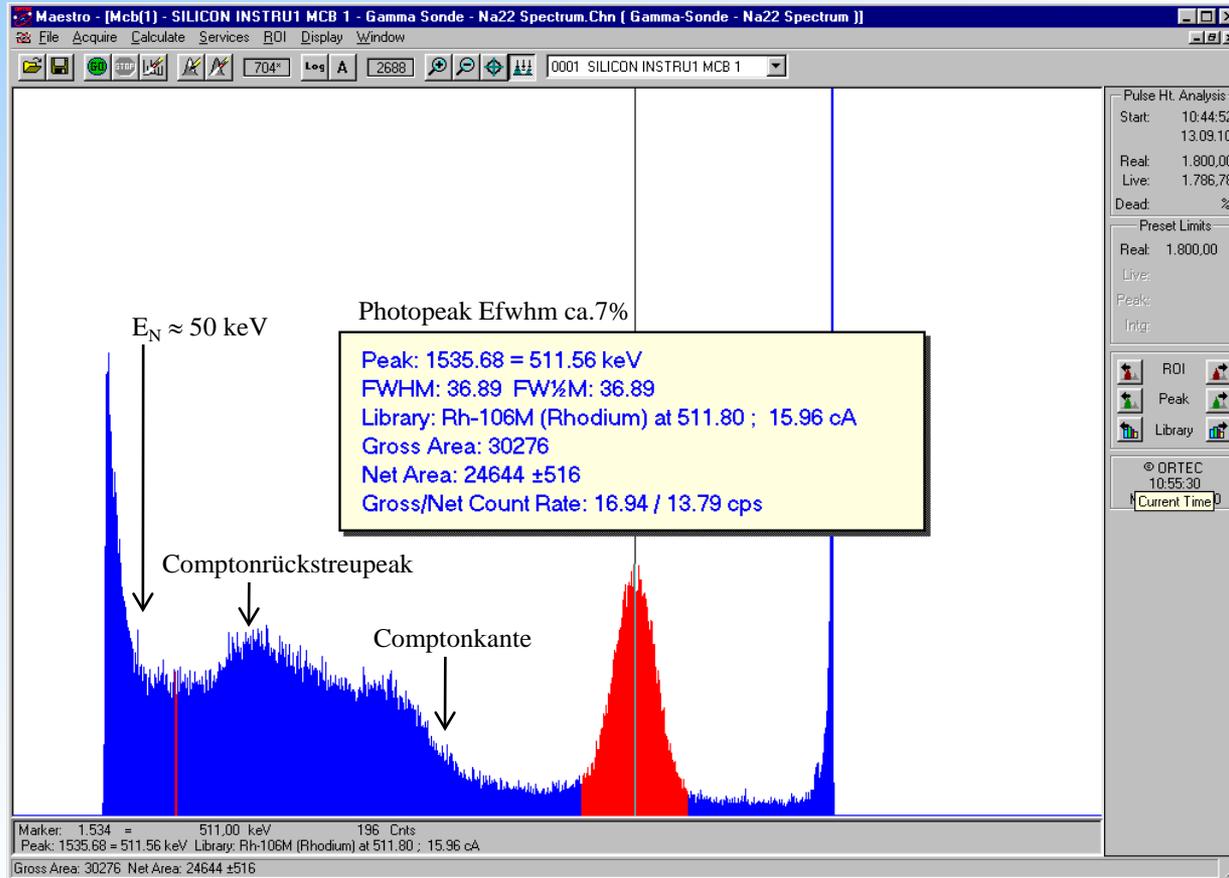


Aufbau des beta+ - Sensors





Gammaspektrum der PET-Sonde

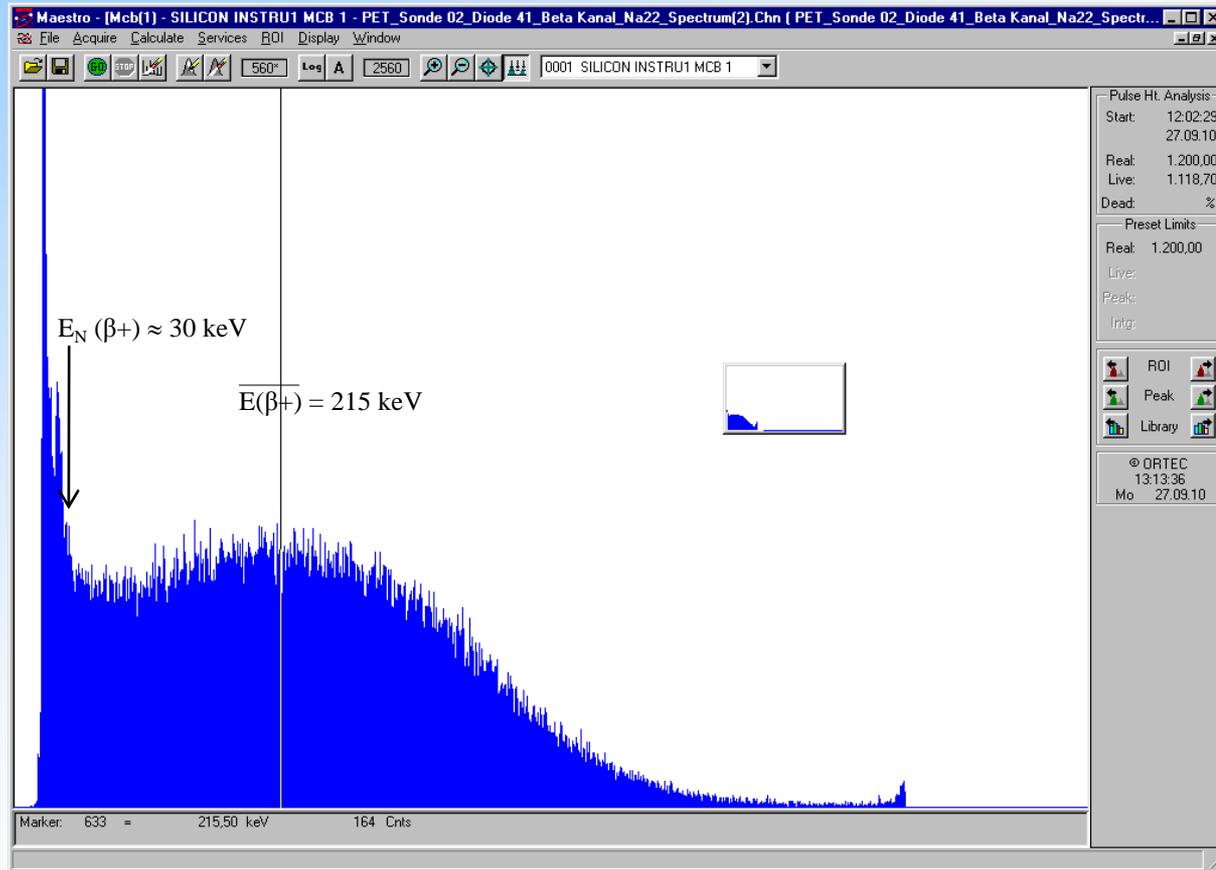


Na-22- γ -Spektrum - 511 keV-Vernichtungsstrahlung





beta+ - Spektrum des β^+ - Sensors der PET-Sonde

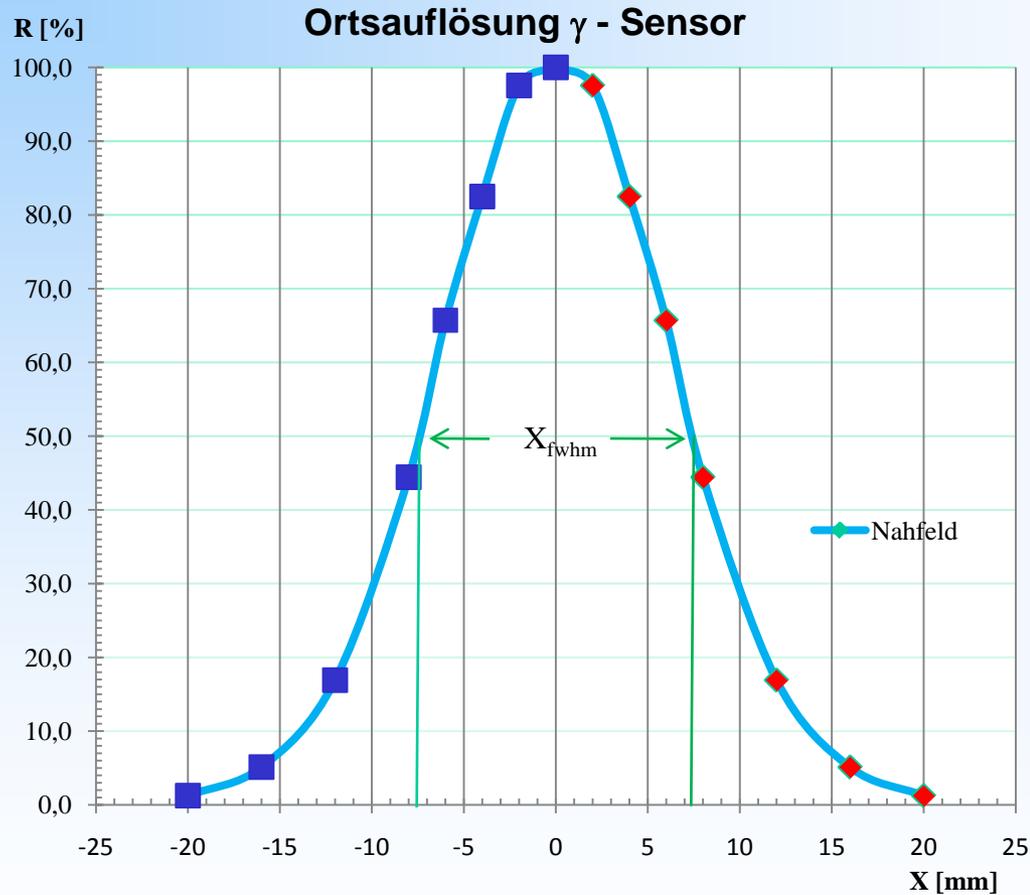


Na-22 - β^+ -Spektrum – 215keV Positronenspektrum





Orts- und Ansprechempfindlichkeit des Gamma - Sensors

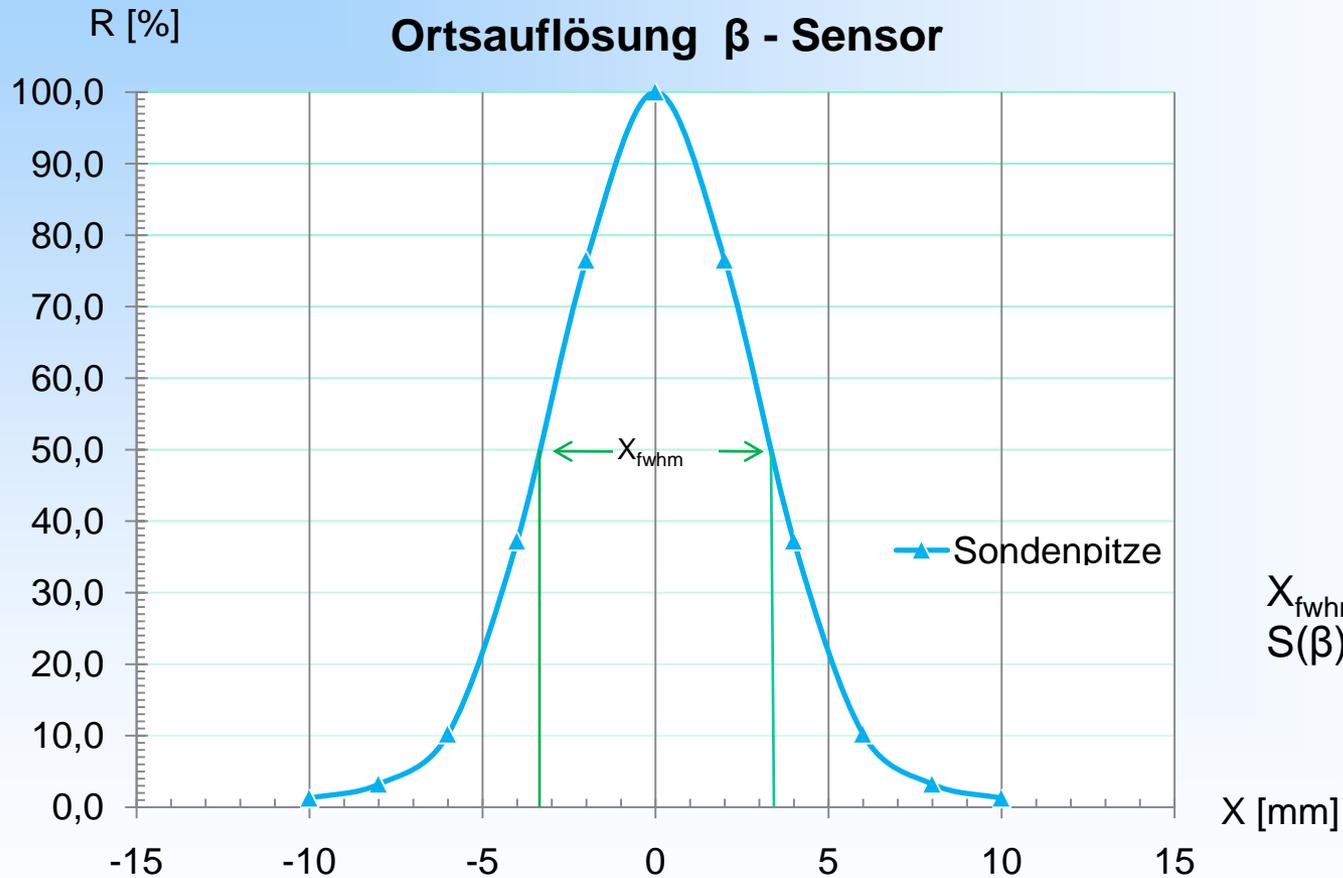


$X_{fwhm} = 15 \text{ mm}$
 $S(\gamma) \geq 18\,000 \text{ cps/MBq}$





Orts- und Ansprechempfindlichkeit des Beta - Sensors



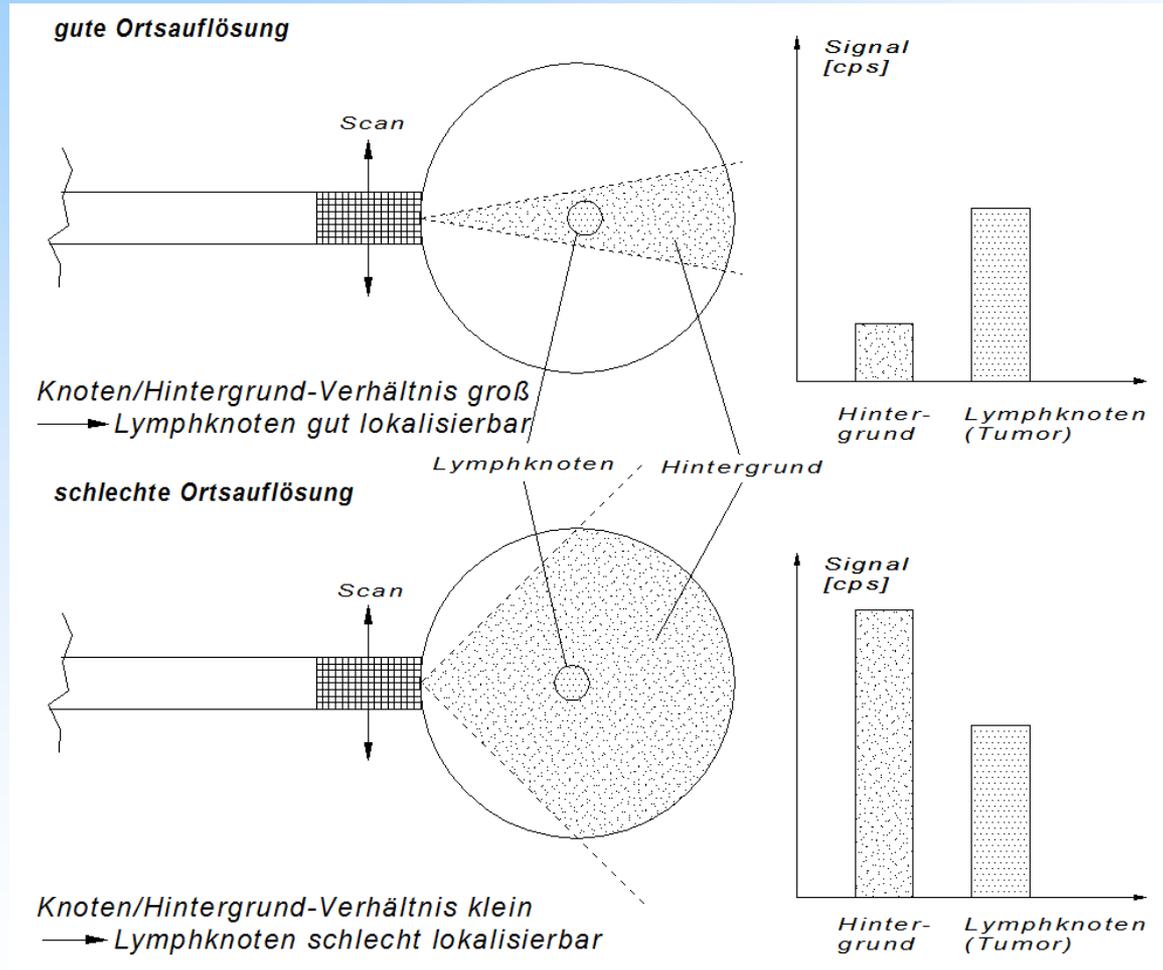
$$X_{fwhm} = 7 \text{ mm}$$

$$S(\beta) \geq 60000 \text{ cps/MBq}$$



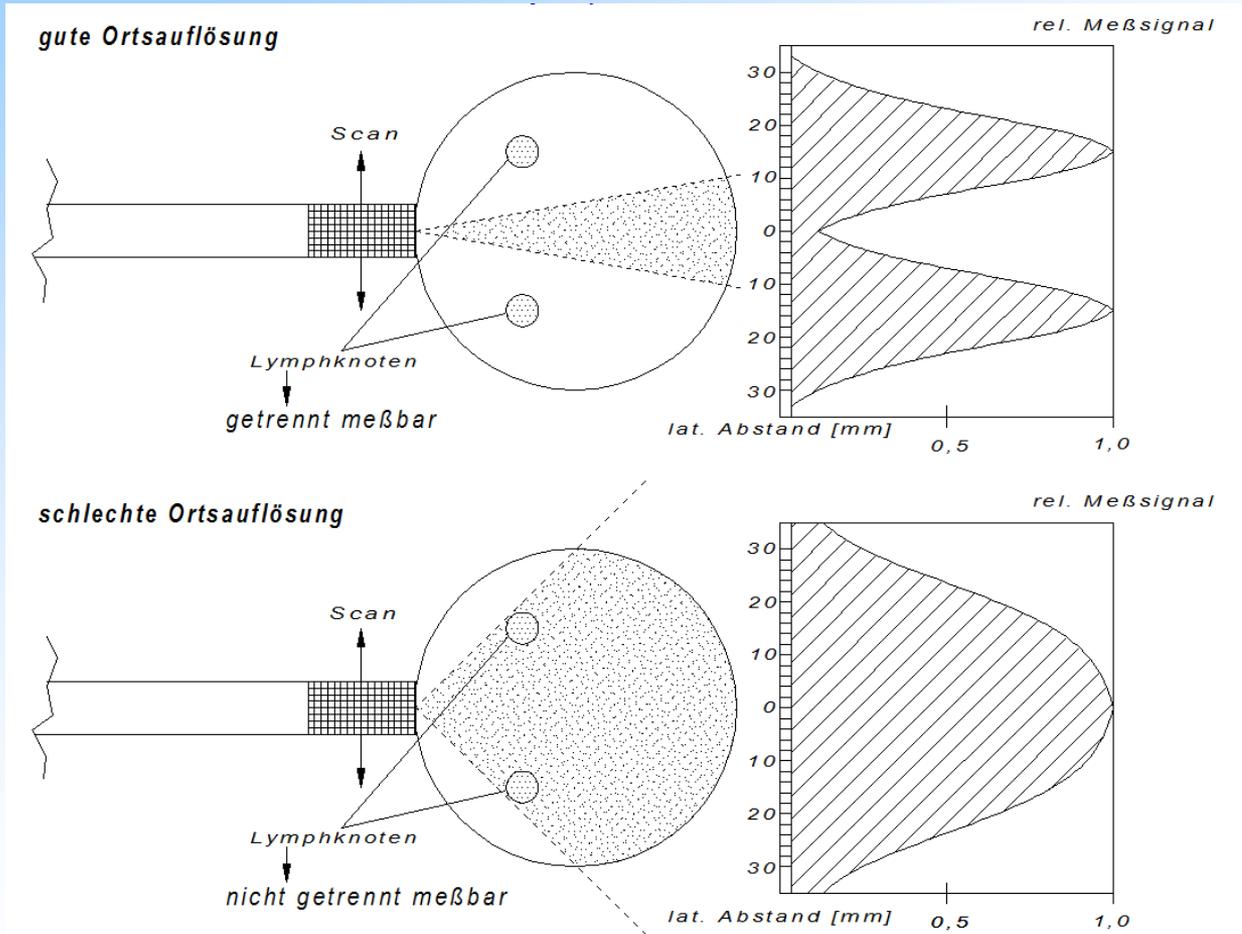


Erkennbarkeit eines Lymphknotens bzw. Tumors



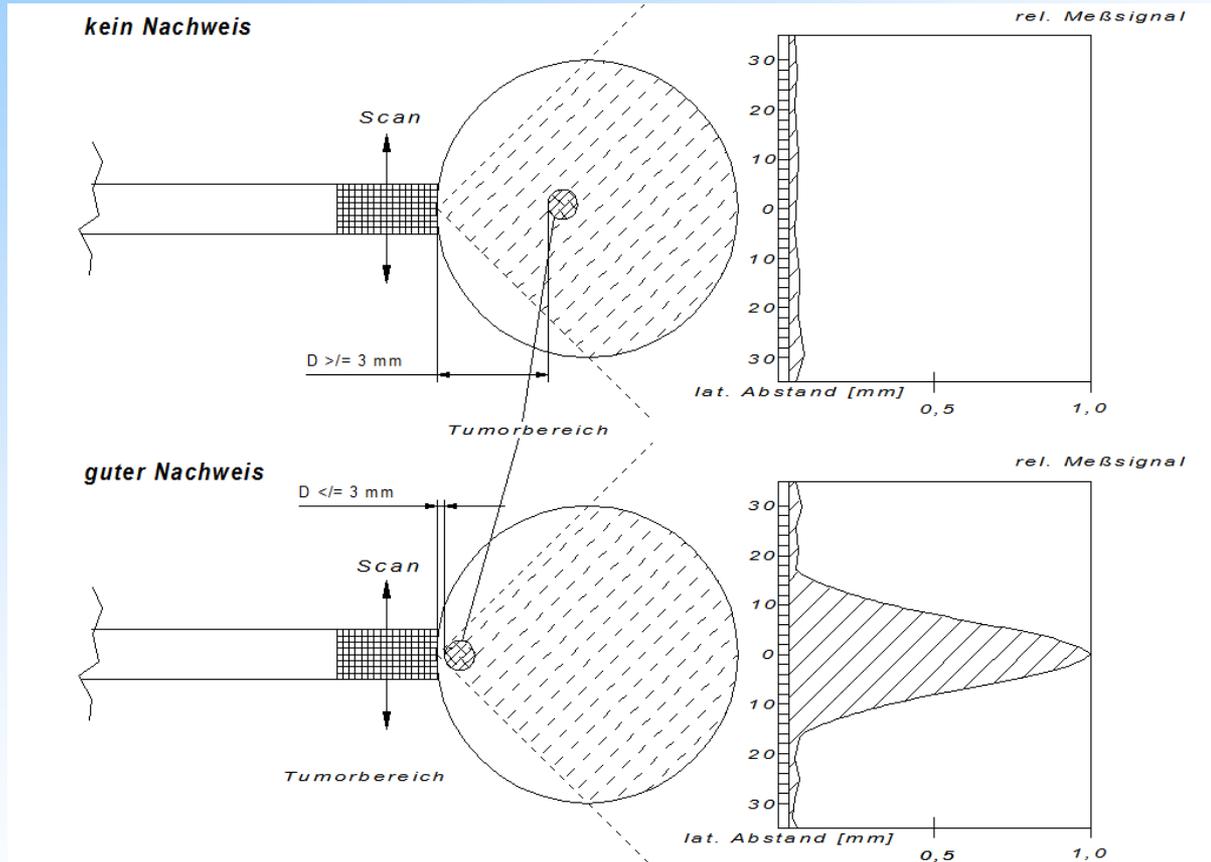


Erkennbarkeit zweier Lymphknotens bzw. Tumorbereiche





Erkennbarkeit eines Tumors mit der Beta-Sonde



→ maximal Positroneneindringtiefe in das Gewebe \leq ca. 3 mm

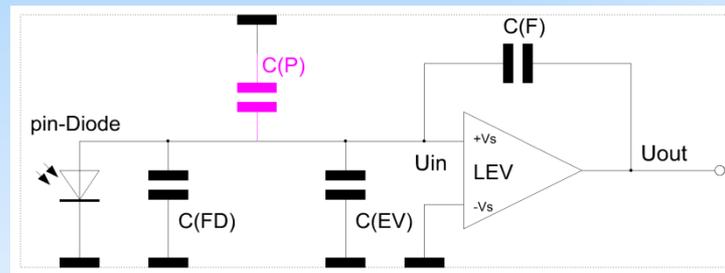




Mikrophoniearmes Gesamtdesign der Sonde

Mikrophonie: Störimpulse durch äußeren Schwingungseintrag (Stoß, Schall o.ä.)

Ursache: kapazitive Einkopplung in den hochempfindlichen LEV – Eingang



$$U_{out} = \frac{Q}{C(F)}$$

$$C(P) = C_p + C_p(t) = \frac{Q}{U_{in} - p(t)}$$

Mikrophonieunterdrückung

Ursache:

- parasitäre Kapazitäten möglichst klein
 durch:
- BE-Anordnung
 - BE-Auswahl
 - Layoutoptimierung

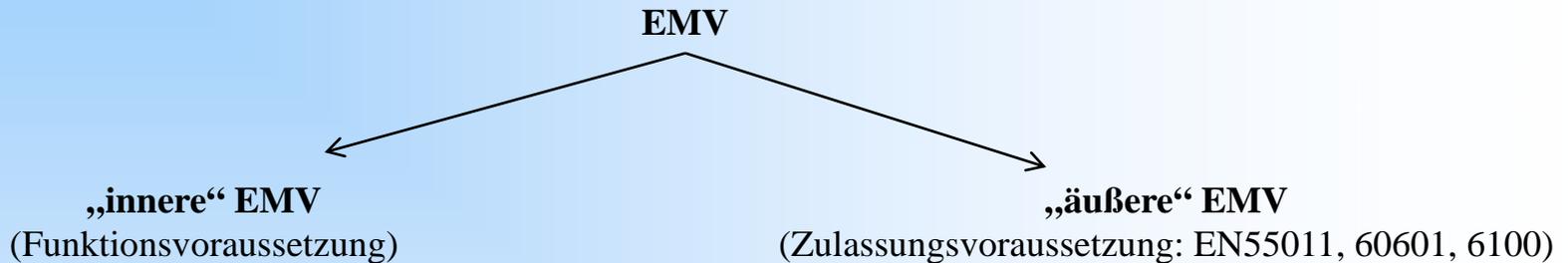
Wirkung:

- Schwingungsunterdrückung (mech.+elektr.)
- Schwingungsdämpfung durch mechanische Entkopplung der Elektronik vom Gehäuse
 - Austasten der Störimpulse durch Impulslängendiskrimination





EMV – Design (ElektroMagnetischeVerträglichkeit)



→ Entkopplung der Analog- und Digitalbaugruppen
LEV/FV - μ C – BT-Modul
mit hoher Signalintegrität im LEV/FV

durch HF-gerechtes

- Masse- und Leitungsdesign:
z. B. Leitungslängen $\neq n\lambda/4$
- Schirmungsdesign
z. B. HF-dichter LEV-Innenschirm
- Schaltungsdesign
z. B. separate U-Regeler in der U_B
- Gehäusedesign
z. B. HF-dicht mit definierter HF-Öffnung am BT-Modul

→ Störfestigkeit:

- ESD > 8keV; Gehäuseaufbau wie Faradaykäfig
- HF-Feld (elektromagnetisch): 80...2500 MHz
- HF-Spannung (Leitung): 0,15...80 MHz
- 50/60 Hz – Magnetfelder: 3 A/m
- Netzspannungsänderungen. z.B. 70% für 500ms

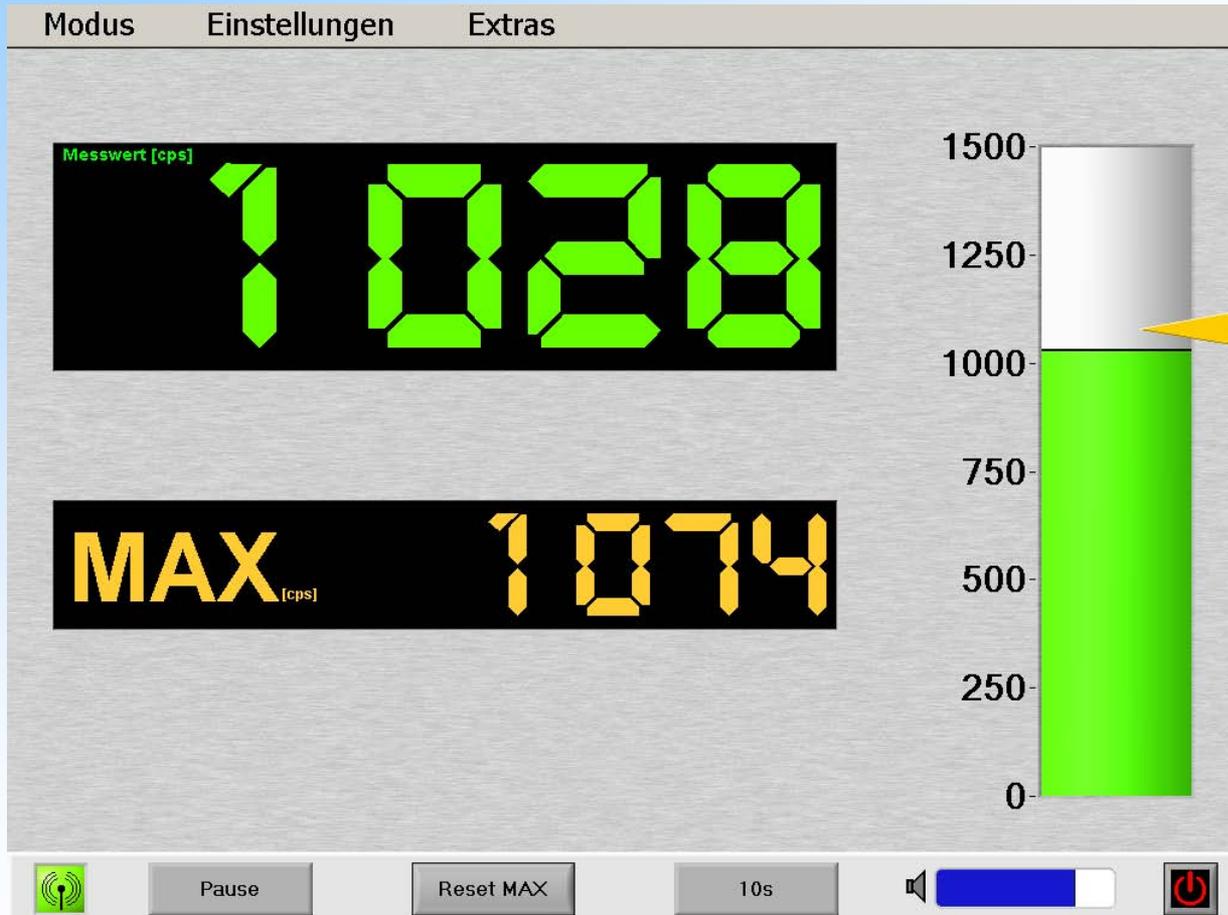
→ Störaussendung:

- HF-Feld (elektromagnetisch): 30...1000 MHz
- HF-Störung (Wechselstromnetz): 0,15...30 MHz





Messmodi am Pannel-PC



γ - Standardmode





Messmodi am Pannel-PC

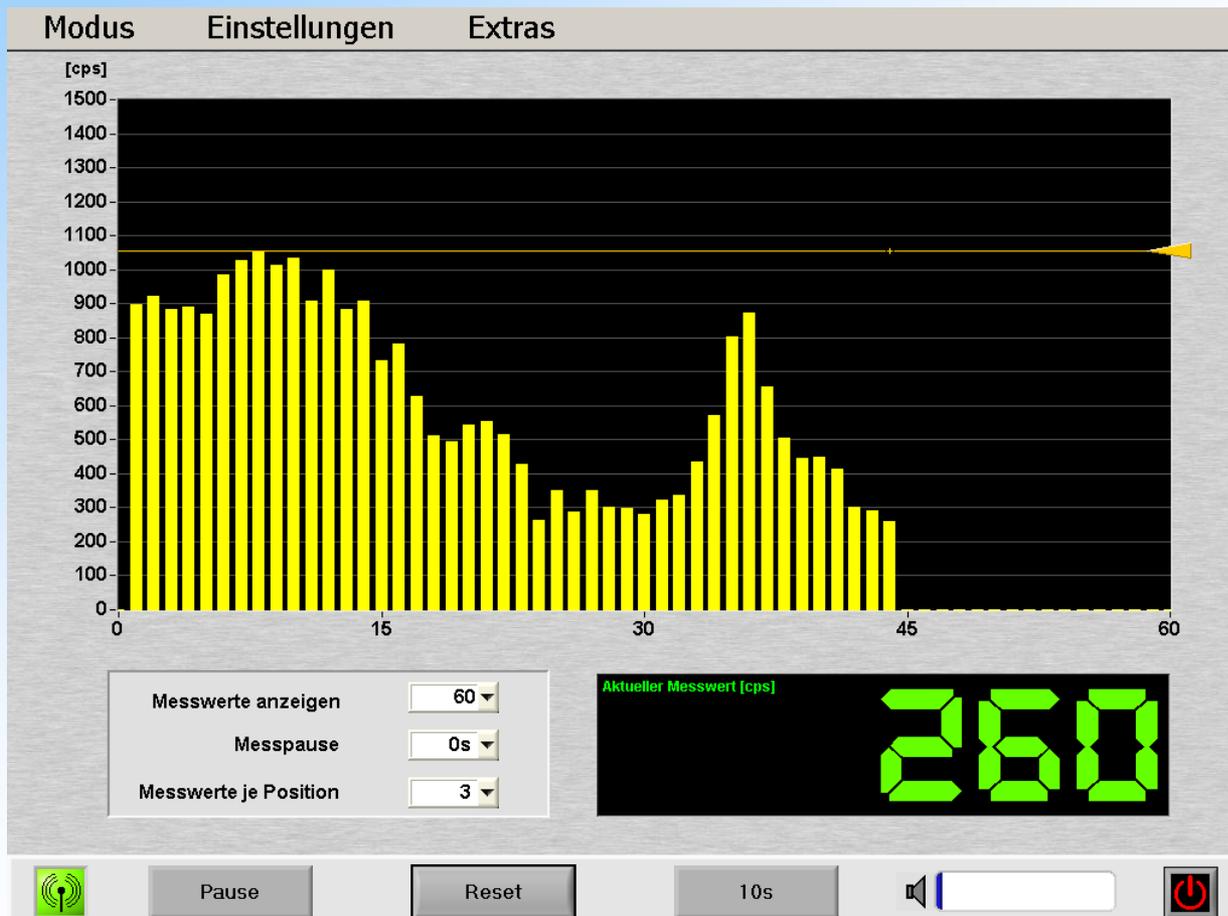


γ - Standardmode mit Hintergrundkorrektur





Messmodi am Pannel-PC

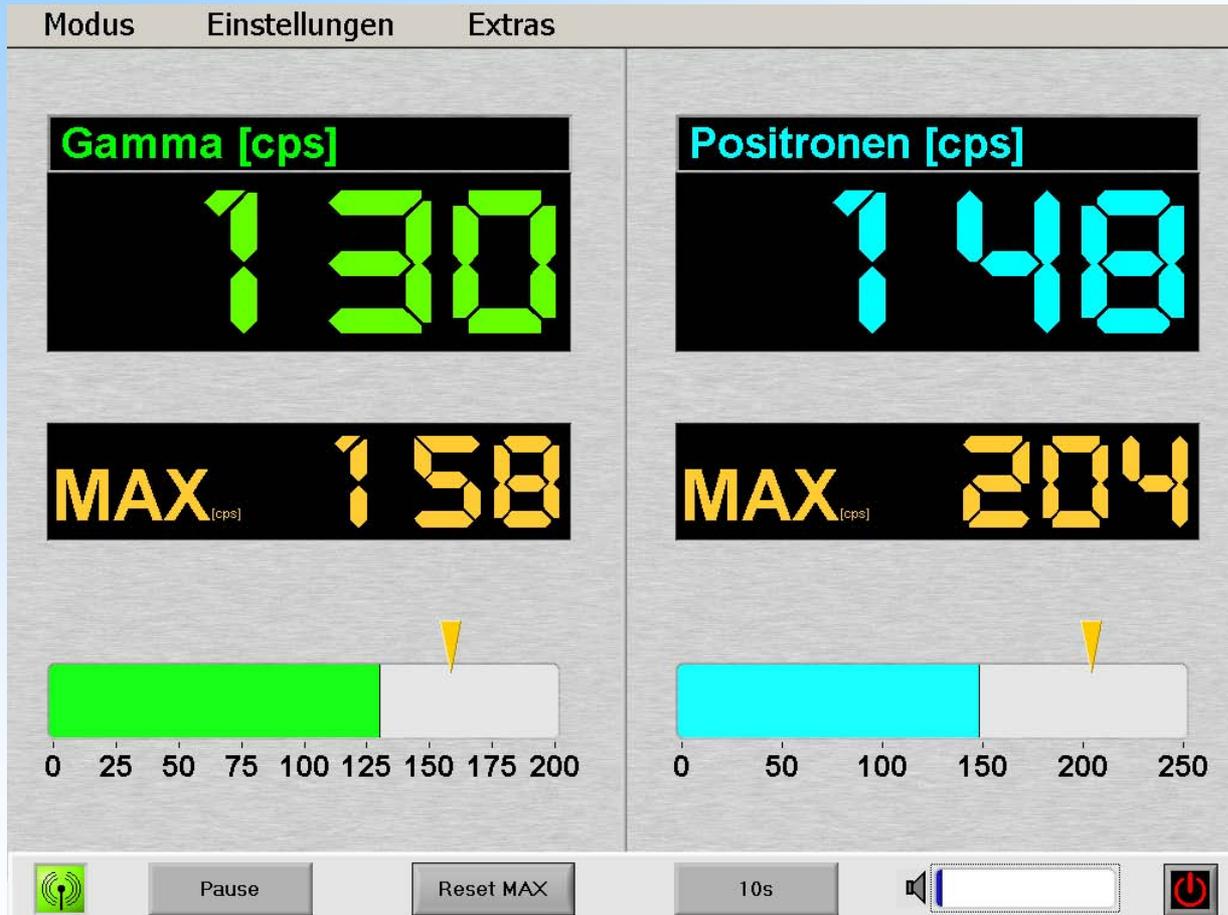


γ - Scanmode





Messmodi am Pannel-PC



PET - Mode





Parametervorwahl am Pannel-PC

Modus Einstellungen Extras

Einstellungen ändern

Messparameter	Toneinstellungen	Anzeigeeinstellungen
<p>Tastzeit (alle Modi)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0,5s 1s 2s 3s 4s 5s 6s 7s 8s 9s 10s 	<p>Standard-, Hintergrundkorrektur- und Scan-Modus:</p> <p>Schwellwert [keV]</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="text-align: right; margin-left: 10px;"> <p>▲</p> <p>▼</p> <p>100 keV</p> </div> </div> <p>Nuklid</p> <p>Tc-99m ▼</p> <hr/> <p>PET-Modus:</p> <p>Schwellwert [keV]</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="text-align: right; margin-left: 10px;"> <p>▲</p> <p>▼</p> <p>450 keV</p> </div> </div>	
<p>OK</p>		

0 100

Pause
Reset MAX
10s

Vorwahlmenü Messparameter





Vielen Dank !





