

X

X = römisches Zahlzeichen für 10

x = Platzhalter für eine beliebige Ziffer oder einen beliebigen Buchstaben

X-Achse

Achse eines Koordinatensystems, auch eines Diagramms; in der Regel die waagrecht verlaufende.

X-Einheit

Die X-Einheit (XE) bzw. Siegbahn-Einheit ist eine Längenmaßeinheit außerhalb des SI-Systems.

Die X-Einheit wurde 1925 vom schwedischen Physiker Karl Manne Siegbahn definiert als $1/3029,04$ des Abstandes der (200)-Gitterebenen des Kalzits bei 18 °C . Siegbahn wollte eine Einheit, die etwa 10^{-13} m ($0,1\text{ Pikometer}$) entspricht. Tatsächlich sind es $(1,00206 \pm 0,00005) \cdot 10^{-13}\text{ m}$.

Bis 1965 wurde sie in der Röntgenspektroskopie verwendet und dann durch das Ångström ersetzt.

Xantho

xantho...

griechisch, gelb..., hellfarbig

X-Bosonen

X-Teilchen

hypothetische Elementarteilchen sehr großer Masse, deren Existenz in einer sehr frühen Phase der Entwicklung des Weltalls angenommen wird.

Im Rahmen vereinheitlichter Feldtheorien werden die X-Bosonen zudem mit dem möglichen Protonenzerfall in Verbindung gebracht.

Xeno

xeno...

griechisch = fremd...

Xenon

Xenon ist ein farb- und geruchloses Gas, das mit 0,8-10 Volumenprozent in der Luft enthalten ist, extrem reaktionsträge, doch sind in den letzten Jahren zahlr. X.verbindungen mit Fluor, Chlor und Sauerstoff hergestellt worden. Füllgas für Glüh- und Gasentladungslampen, Zählrohre, auch für X.laser verwendet.

Es gehört zu den sehr seltenen Elementen und steht in der Häufigkeit der chemischen Elemente an 83. Stelle. Xenon wird durch fraktionierende Destillation von verflüssigter Luft gewonnen und dient zur Füllung von Glühlampen, Leuchtröhren und Xenonlampen.

Chem. Zeichen	Xe			
Ordnungszahl	54			
Atomgewicht	131,29			
Massenzahl	132 [124, 126, 128, 129, 130, 131, 134, 136]			
Radioisotope		$T_{1/2}$	Energie [MeV]	Γ_H
	133	5,2 d	$\beta = 0,34$ $\gamma = 0,08$	14
Dichte	5,87			
Schmelzpunkt	-112 °C			
Siedepunkt	-107 °C			
Nukleonenzahl	132			
Atomradius	131 pm			
Häufigstes Isotop	26,9 %			
1. Ionisierungsenergie	177 kJ/mol bei 25 °C			
Elektronenkonfiguration	2-8-18-18-8			
Periodensystem	VIII. Hauptgruppe [Edelgase]			

Als radioaktive Isotope sind Xe 123 (HWZ 2 h, γ -Energie 0,15 MeV), Xe 127 (HWZ 36,4 d γ -Energie 0,203 MeV), Xe 133 (HWZ 5,27 d, γ -Energie 0,081 MeV, Herstellung im Reaktor durch Bestrahlung von Xe 132 mit Neutronen) und Xe 135 (HWZ 9,2 h, γ -Energie 0,25 MeV) zur Lungenfunktionsprüfung (Durchblutung und Ventilation) und Gewebeclearance in der Nuklearmedizin angewandt worden. Dabei hat Xe 133 wegen der günstigeren Strahlungseigenschaften (HWZ, Energie, Herstellung) die größte Bedeutung erlangt.

Xe gehört wie N und Kr zur Gruppe der im Blut schlecht löslichen Edelgase. Radioaktive Xenon-Nuklide werden in großen Mengen bei der Kernenergiegewinnung frei.

Die Xenonfluoride (XeF_2 , XeF_4 , XeF_6) entstehen aus den Elementen bei Energiezufuhr (z. B. UV-Strahlung); sie sind farblose kristalline Substanzen, die als Fluorierungsmittel verwendet werden können. Xenonoxide (XeO_2 , XeO_3) sind explosive Verbindungen.

Außerdem sind mehrere Xenonoxidfluoride (XeOF_2 , XeOF_4 , XeO_3F_2) bekannt.

Xenonlampe

Eine Hoch- oder Höchstdruckentladungslampe (Gasentladungslampe) mit Vorschalt- und Zündgerät, die die Strahlung des Edelgases Xenon ausnutzt, eine Lichtausbeute von 25 bis 30 lm/W sowie ein tageslichtähnliches Strahlungsspektrum aufweist

Verwendung zur Farbbeurteilung sowie zu Farbechtheits- und Materialprüfungen.

Xero

xero...; griechisch = trocken...

Xeroradiographie

Anwendung der Xerographie in der Radiologie.

Es handelt sich um ein Aufzeichnungsverfahren für das Strahlenbild, das ohne die üblichen photographischen Schichten arbeitet.

Die Exposition erfolgt auf eine 100 – 400 μm dicke, auf eine Aluminiumplatte aufgedampfte Selen-schicht. Die unbelichtete Schicht hat einen spezifischen Widerstand der Größenordnung $10^{15} \Omega\text{cm}$. In einer speziellen Kassette wird die Selen-schicht durch eine Koronaentladung im Dunkeln je nach ihrer Dicke auf etwa 600 – 1.200 V aufgeladen. Bei der Exposition nimmt der Widerstand entsprechend der Dosisverteilung im Strahlenbild örtlich unterschiedlich um einen Faktor 100 – 1.000 ab und entsprechend fließen örtlich unterschiedlich die Ladungen ab. Es entsteht auf der Platte eine Verteilung elektrischer Ladungen, die dem Strahlenbild entspricht und durch Bestäuben mit einem feinen Kunststoffpulver (Toner) sichtbar gemacht wird.

Dieses Bild kann photographisch registriert werden, oder es wird auf Papier übertragen. Zu diesem Zweck wird die Selenplatte mit dem Papier überdeckt und nochmals aufgeladen. Dadurch wird das Pulver auf das Papier übertragen, wo es durch Anlösen mit Trichlorethylen fixiert wird. Die X. ist bei zahlreichen Untersuchungsarten erprobt worden, hat aber nur eine sehr begrenzte Verbreitung überwiegend in der Weichteildiagnostik gefunden.

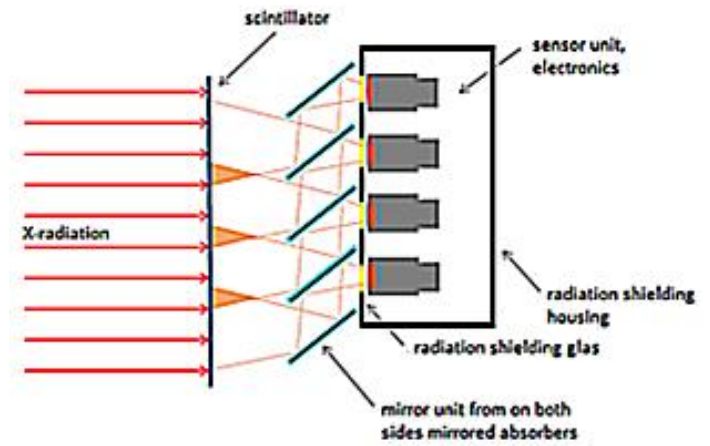
Die Gründe dafür sind folgende:

1. Die Empfindlichkeit der Platten bleibt erheblich hinter der Empfindlichkeit von Röntgenfilmen mit Verstärkerfolien zurück (erforderliche Dosis an der Platte $>10 \text{ mR}$, gegenüber etwa 0,5 – 1 mR bei Universalfolien-Kombinationen). Die X. erreicht knapp die Empfindlichkeit der medizinischen "Ohne Folien-Filme", übertrifft hierin jedoch die für die Mammographie verwendeten Technikfilme.
2. Die Abbildungsgüte hängt stark von Entwicklung und Fixierung ab. Artefakte sind häufig.
3. Im Vergleich zum Film ist die Möglichkeit der Kontrastwiedergabe stark eingeschränkt. Ausgleichend wirkt hier die Kantenbetonung durch den Kontureffekt, der als Kontrastharmonisierung wirkt. Er entsteht durch eine verstärkte Anlagerung von Tonerteilchen in Bereichen hoher elektrischer Feldstärke, wie sie besonders an Konturen auftritt. Ein zu starker Kanteneffekt vermindert jedoch die Detailerkennbarkeit, so daß er für manche Anwendungen durch Anlagerung der Tonerteilchen im Flüssigkeitsbad unterdrückt werden muß (Flüssigkeitsentwicklung).

XEye Röntgendetektoren

Im industriellen Umfeld sind Flat-Panel-Detektoren und herkömmliche Zeilenkameras nach kurzer Einsatzzeit aufgrund der hohen Strahlungsenergie irreversibel geschädigt und müssen ersetzt werden. Die Röntgenstrahlung wird nicht vollständig vom Szintillator absorbiert und schädigt den direkt dahinter liegenden Halbleiter. Dies macht sich unter anderem durch Pixel- und Spaltendefekte oder die Überlagerung von verschiedenen Aufnahmen, das sogenannte Image-Lag, bemerkbar.

Die konstant hohe Bildqualität und lange Lebensdauer des digitalen Röntgendetektors XEye des Fraunhofer-Entwicklungszentrums Röntgentechnik EZRT in Fürth sichern über Jahre hinweg ein zuverlässiges Ergebnis in der industriellen Röntgenprüfung. Ein Nachführen von Bildverarbeitungsparametern für die automatische Fehlerdetektion ist aufgrund der stabilen Bildqualität nicht länger erforderlich.



Das Prinzip dieser Röntgendetektoren beruht auf der digitalen Aufnahme einer Leuchtfolie (Szintillator), die – angeregt durch die Röntgenstrahlung – sichtbares Licht emittiert. Mehrere optische Kameras erfassen überlappende Teilbereiche des Szintillators, die Einzelbilder werden anschließend nahtlos zu einem Gesamtbild zusammengefügt. Das patentierte Strahlenschutzkonzept, das sämtliche elektronischen und optischen Komponenten vor Röntgenstrahlung bis mindestens 225 kV Röhrenspannung abschirmt, gewährleistet die lange Lebensdauer und stabile Bildqualität der Röntgendetektoren.

XEye-Detektoren bieten folgende Vorteile:

- dauerhaft hohe Bildqualität
- keine Defektpixel
- vernachlässigbares Image-Lag
- Belichtungszeiten von 1 ms für dynamische Vorgänge
- austauschbarer Szintillator

Die jüngste Entwicklung des Fraunhofer EZRT ist die hochauflösende Röntgenkamera XEye5005 mit einer Pixelgröße von 50 μm : Sie kann sowohl als Matrix - als auch als Zeilenkamera betrieben werden. Als Zeilendetektor arbeitet sie nach dem TDI-Prinzip (Time Delay Integration), sodass Bauteile in Bewegung, beispielsweise auf einem Fließband, mit deutlich verbesserter Bildqualität aufgenommen werden können. TDI-Zeilendetektoren sind auch als Dual-Energy-Versionen mit Zeilenbreiten von über 1 m verfügbar.

Das Abbildungsformat von 50 x 5 cm^2 eignet sich beim Einsatz als Flächendetektor für die Helix-Computertomographie, die eine Erstellung von dreidimensionalen Objektdaten mit besonders hoher Qualität ermöglicht.

XEZ

⇒ Empfindlichkeit, Bestimmungsverfahren

XGA

EXtended Graphics Array, erweiterter Grafikstandard

Grafikstandard, der 1990 von IBM zusammen mit dem Mikrokanal definiert wurde.

XGA sieht eine maximale Auflösung von 1024 x 786 Punkten bei 86 Bit Farbtiefe vor (oder 16 Bit bei einer Auflösung von 640 x 480).

Der Standard hat sich - außer bei Workstations - kaum durchgesetzt.

Bei Bildschirmen wird die Bezeichnung XGA häufig für eine Auflösung von 1024 x 768 Bildpunkten verwendet.

X-ray detector

Röntgendetektoren sind Geräte, die zur Messung des Flusses, der räumlichen Verteilung, des Spektrums und/oder anderer Eigenschaften von Röntgenstrahlen verwendet werden.

Detektoren lassen sich in zwei Hauptkategorien einteilen: Bilddetektoren (wie fotografische Platten und Röntgenfilme, die heute größtenteils durch verschiedene Digitalisierungsgeräte wie Bildplatten oder Flachdetektoren ersetzt werden) und Dosismessgeräte (wie Ionisationskammern, Geigerzähler und Dosimeter, die zur Messung der örtlichen Strahlenexposition, der Dosis und/oder der Dosisleistung ver-

wendet werden, z. B. um zu überprüfen, ob Strahlenschutzrüstung und -verfahren kontinuierlich wirksam sind).

Um ein Bild mit einem beliebigen Bilddetektor zu erhalten, wird der zu durchleuchtende Teil des Patienten zwischen der Röntgenquelle und dem Bildempfänger platziert, um einen Schatten der inneren Struktur dieses bestimmten Körperteils zu erzeugen. Röntgenstrahlen werden durch dichtes Gewebe wie Knochen teilweise blockiert ("abgeschwächt") und dringen leichter durch weiches Gewebe. Die Bereiche, auf die die Röntgenstrahlen treffen, werden bei der Entwicklung dunkler, wodurch die Knochen heller erscheinen als das umgebende Weichgewebe.

Barium- oder jodhaltige Kontrastmittel, die röntgendicht sind, können über den Magen-Darm-Trakt (Barium) eingenommen oder in die Arterie oder Vene gespritzt werden, um diese Gefäße hervorzuheben. Die Kontrastmittel enthalten Elemente mit hoher Ordnungszahl, die (wie Knochen) die Röntgenstrahlen im Wesentlichen blockieren, so dass das ehemals hohle Organ oder Gefäß besser zu sehen ist. Auf der Suche nach ungiftigen Kontrastmitteln wurden viele Arten von Elementen mit hoher Ordnungszahl untersucht. Leider erwiesen sich einige der ausgewählten Elemente als schädlich - so wurde beispielsweise Thorium als Kontrastmittel verwendet (Thorotrast), das sich als giftig erwies und noch Jahrzehnte nach seiner Verwendung eine sehr hohe Zahl von Krebserkrankungen verursachte. Die modernen Kontrastmittel wurden verbessert, und obwohl es keine Möglichkeit gibt, festzustellen, wer auf das Kontrastmittel empfindlich reagieren könnte, ist die Häufigkeit schwerer allergischer Reaktionen gering.

Die ersten Röntgenaufnahmen (Röntgenbilder) wurden durch die Einwirkung von Röntgenstrahlen auf sensibilisierte fotografische Glasplatten erstellt. Die Glasplatten wurden bald durch Röntgenfilme (fotografische Filme) ersetzt, und Filme werden seit Jahrzehnten für die Aufnahme (und Darstellung) von medizinischen und industriellen Bildern verwendet. Nach und nach erlangten digitale Computer die Fähigkeit, genügend Daten zu speichern und darzustellen, um eine digitale Bildgebung zu ermöglichen. Seit den 1990er Jahren haben die computergestützte Radiographie und die digitale Radiographie den fotografischen Film in der Medizin und der Zahnmedizin abgelöst, obwohl die Filmtechnik in der industriellen Radiographie (z. B. zur Prüfung von Schweißnähten) weiterhin weit verbreitet ist. Das Metall Silber (das früher in der Röntgen- und Fotoindustrie benötigt wurde) ist eine nicht erneuerbare Ressource, obwohl Silber aus verbrauchten Röntgenfilmen leicht zurückgewonnen werden kann. Während für Röntgenfilme Nassverarbeitungsanlagen erforderlich waren, ist dies bei digitalen Technologien nicht mehr der Fall. Die digitale Archivierung von Bildern spart auch physischen Speicherplatz.

Da fotografische Platten für Röntgenstrahlen empfindlich sind, ermöglichen sie die Aufzeichnung des Bildes, erfordern aber auch eine hohe Röntgenexposition (für den Patienten). Der Zusatz eines fluoreszierenden Verstärkerschirms (oder mehrerer Schirme) in engem Kontakt mit dem Film ermöglicht eine geringere Dosis für den Patienten, da der Schirm bzw. die Schirme die Effizienz der Röntgendetektion verbessern, so dass der Film mit der gleichen Menge an Röntgenstrahlen stärker aktiviert wird bzw. mit einer geringeren Menge an Röntgenstrahlen die gleiche Aktivierung des Films erfolgt.

Typische Röntgenfilme enthalten Silberhalogenidkristall-"Körner", in der Regel hauptsächlich Silberbromid. Korngröße und -zusammensetzung können angepasst werden, um die Filmeigenschaften zu beeinflussen, z. B. um die Auflösung des entwickelten Bildes zu verbessern. Wenn der Film der Strahlung ausgesetzt wird, wird das Halogenid ionisiert, und freie Elektronen werden in Kristalldefekten eingefangen (wodurch ein latentes Bild entsteht). Silberionen werden von diesen Defekten angezogen und reduziert, wodurch Cluster von transparenten Silberatomen entstehen. Im Entwicklungsprozess werden diese in undurchsichtige Silberatome umgewandelt, die das sichtbare Bild bilden, das dort am dunkelsten ist, wo die meiste Strahlung festgestellt wurde. Weitere Entwicklungsschritte stabilisieren die sensibilisierten Körner und entfernen nicht sensibilisierte Körner, um eine weitere Belichtung (z. B. durch sichtbares Licht) zu verhindern.

Photostimulierbare Leuchtstoffe

Die Phosphorplatten-Radiographie ist eine Methode zur Aufzeichnung von Röntgenstrahlen unter Verwendung der photostimulierten Lumineszenz (PSL), die in den 1980er Jahren von Fuji entwickelt wurde.] Anstelle der fotografischen Platte wird eine photostimulierbare Phosphorplatte (PSP) verwendet. Nachdem die Platte mit Röntgenstrahlen durchleuchtet wurde, bleiben die angeregten Elektronen im Phosphormaterial in den "Farbzentren" des Kristallgitters "gefangen", bis sie durch einen Laserstrahl, der über die Plattenoberfläche geführt wird, angeregt werden. Das bei der Laseranregung abgegebene Licht wird von einer Photomultiplier-Röhre aufgefangen, und das resultierende Signal wird mit Hilfe von Computertechnik in ein digitales Bild umgewandelt. Die PSP-Platte kann wiederverwendet werden, und bestehende Röntgengeräte müssen nicht verändert werden, um sie zu verwenden. Die Technik kann auch als Computerradiographie (CR) bezeichnet werden.

Bildverstärker

Röntgenstrahlen werden auch bei "Echtzeit"-Verfahren wie der Angiographie oder Kontrastmitteluntersuchungen der Hohlorgane (z. B. Bariumeinlauf des Dünn- oder Dickdarms) unter Durchleuchtung eingesetzt. Die Angioplastie, ein medizinischer Eingriff in das Arteriensystem, stützt sich in hohem Maße auf röntgenempfindliche Kontrastmittel, um potenziell behandelbare Läsionen zu erkennen.

Halbleiterdetektoren

Festkörperdetektoren verwenden Halbleiter zur Erkennung von Röntgenstrahlen. Direkte digitale Detektoren werden so genannt, weil sie Röntgenphotonen direkt in elektrische Ladung und damit in ein digitales Bild umwandeln. Indirekte Systeme können Zwischenschritte enthalten, z. B. die Umwandlung von Röntgenphotonen in sichtbares Licht und dann in ein elektronisches Signal. Beide Systeme verwenden in der Regel Dünnschichttransistoren zum Auslesen und Umwandeln des elektronischen Signals in ein digitales Bild. Im Gegensatz zu Film oder CR ist kein manueller Scan- oder Entwicklungsschritt erforderlich, um ein digitales Bild zu erhalten, so dass beide Systeme in diesem Sinne "direkt" sind. Beide Arten von Systemen haben eine wesentlich höhere Quanteneffizienz als CR.

Direkte Detektoren

Seit den 1970er Jahren wurden mit Lithium dotierte Halbleiterdetektoren aus Silizium oder Germanium (Si(Li) oder Ge(Li)) entwickelt. Die Röntgenphotonen werden im Halbleiter in Elektronen-Loch-Paare umgewandelt und gesammelt, um die Röntgenstrahlen nachzuweisen. Wenn die Temperatur niedrig genug ist (der Detektor wird durch den Peltier-Effekt oder noch kühleren flüssigen Stickstoff gekühlt), ist es möglich, das Röntgenenergiespektrum direkt zu bestimmen; diese Methode wird energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX oder EDS) genannt; sie wird oft in kleinen Röntgenfluoreszenzspektrometern verwendet. Siliziumdriftdetektoren (SDDs), die durch konventionelle Halbleiterfertigung hergestellt werden, bieten eine kostengünstige und hochauflösende Strahlungsmessung. Im Gegensatz zu herkömmlichen Röntgendetektoren, wie Si(Li), müssen sie nicht mit flüssigem Stickstoff gekühlt werden. Diese Detektoren werden nur selten für die Bildgebung verwendet und sind nur bei niedrigen Energien effizient.

Die praktische Anwendung in der medizinischen Bildgebung begann in den frühen 2000er Jahren. Amorphes Selen wird aufgrund seiner hohen räumlichen Auflösung und seiner röntgenabsorbierenden Eigenschaften in kommerziellen großflächigen Flachdetektoren für die Mammographie und die allgemeine Radiographie verwendet. Die niedrige Ordnungszahl von Selen bedeutet jedoch, dass eine dicke Schicht erforderlich ist, um eine ausreichende Empfindlichkeit zu erreichen.

Kadmiumtellurid (CdTe) und seine Legierung mit Zink, Kadmiumzink-Tellurid, gelten als eines der vielversprechendsten Halbleitermaterialien für die Röntgendetektion, da sie aufgrund ihrer großen Bandlücke und hohen Quantenzahl bei Raumtemperatur mit hoher Effizienz arbeiten. Zu den derzeitigen Anwendungen gehören Knochendichtemessung und SPECT, aber Flachdetektoren, die für die Röntgenbildgebung geeignet sind, werden noch nicht hergestellt. Die aktuelle Forschung und Entwicklung konzentriert sich auf energieauflösende Pixeldetektoren, wie den Medipix-Detektor des CERN und den HEXITEC-Detektor des Science and Technology Facilities Council.

Herkömmliche Halbleiterdioden, wie PIN-Photodioden oder 1N4007, erzeugen eine geringe Stromstärke im photovoltaischen Modus, wenn sie in einen Röntgenstrahl gebracht werden.

Indirekte Detektoren

Indirekte Detektoren bestehen aus einem Szintillator, der Röntgenstrahlen in sichtbares Licht umwandelt, das von einem TFT-Array gelesen wird. Dies kann Empfindlichkeitsvorteile gegenüber den derzeitigen (amorphen Selen-) Direktdetektoren bieten, wenn auch mit einem potenziellen Kompromiss bei der Auflösung. Indirekte Flachdetektoren (FPDs) sind heute in medizinischen, zahnmedizinischen, tiermedizinischen und industriellen Anwendungen weit verbreitet.

Das TFT-Array besteht aus einer Glasscheibe, die mit einer dünnen Siliziumschicht bedeckt ist, die sich in einem amorphen oder ungeordneten Zustand befindet. Auf mikroskopischer Ebene sind in das Silizium Millionen von Transistoren eingepreßt, die in einem geordneten Array angeordnet sind, wie das Gitter auf einem Blatt Millimeterpapier. Jeder dieser Dünnschichttransistoren (TFTs) ist mit einer lichtabsorbierenden Fotodiode verbunden, die ein einzelnes Pixel (Bildelement) bildet. Photonen, die auf die Photodiode treffen, werden in zwei elektrische Ladungsträger umgewandelt, die als Elektron-Loch-Paare bezeichnet werden. Da die Anzahl der erzeugten Ladungsträger mit der Intensität der einfallenden Lichtphotonen variiert, entsteht ein elektrisches Muster, das schnell in eine Spannung und dann in ein digitales Signal umgewandelt werden kann, das von einem Computer zur Erzeugung eines digitalen Bildes interpretiert wird. Obwohl Silizium über hervorragende elektronische Eigenschaften verfügt, ist es kein besonders guter Absorber für Röntgenphotonen. Deshalb treffen die Röntgenstrahlen zunächst auf

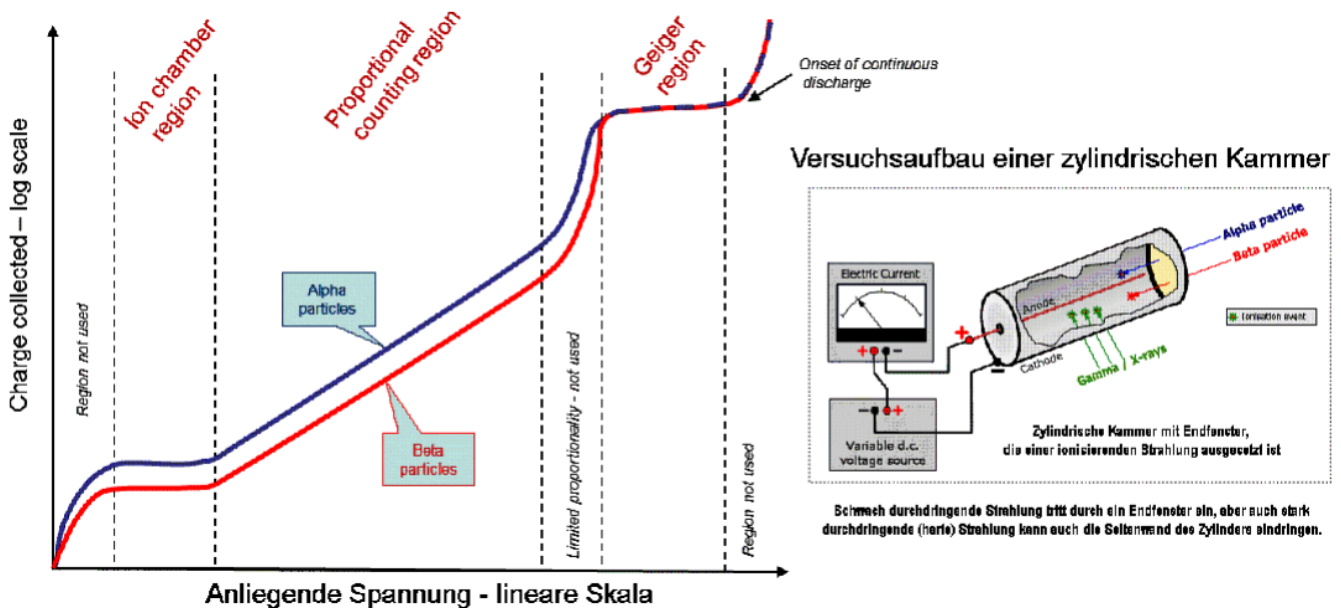
Szintillatoren aus Materialien wie Gadoliniumoxysulfid oder Cäsiumjodid. Der Szintillator absorbiert die Röntgenstrahlen und wandelt sie in Photonen des sichtbaren Lichts um, die dann auf das Photodiodenarray gelangen.

Messung der Dosis

Nachweisbereiche für Ionisation in Gasen

Beziehung zwischen den Nachweisbereichen in Gasen anhand eines experimentellen Konzepts, bei dem an eine zylindrische Kammer, die ionisierender Strahlung ausgesetzt ist, eine variable Spannung angelegt wird. Alpha- und Betaeilchen sind dargestellt, um die Wirkung verschiedener ionisierender Energien zu demonstrieren, aber das gleiche Prinzip gilt für alle Formen ionisierender Strahlung.

Die Ionenkammer und die Proportionalbereiche können bei Atmosphärendruck betrieben werden, und ihre Leistung variiert mit der Strahlungsenergie. In der Praxis wird der Geigerbereich jedoch bei einem geringeren Druck (etwa 1/10 Atmosphären) betrieben, um den Betrieb bei viel niedrigeren Spannungen zu ermöglichen; andernfalls wären unpraktisch hohe Spannungen erforderlich. Der Ausgang des Geigerbereichs unterscheidet nicht zwischen den Strahlungsenergien.



Darstellung des Ionenstroms als Funktion der angelegten Spannung für einen Gas-Drahtzylinder-Strahlendetektor.

Röntgenstrahlen, die ein Gas durchdringen, ionisieren es und erzeugen positive Ionen und freie Elektronen. Ein eintreffendes Photon erzeugt eine Anzahl solcher Ionenpaare, die proportional zu seiner Energie ist. Wenn in der Gaskammer ein elektrisches Feld vorhanden ist, bewegen sich die Ionen und Elektronen in unterschiedliche Richtungen und verursachen dadurch einen nachweisbaren Strom. Das Verhalten des Gases hängt von der angelegten Spannung und der Geometrie der Kammer ab. Daraus ergeben sich einige verschiedene Arten von Gasdetektoren.

Ionisationskammern verwenden ein relativ niedriges elektrisches Feld von etwa 100 V/cm, um alle Ionen und Elektronen zu extrahieren, bevor sie rekombinieren. Dadurch wird ein konstanter Strom erzeugt, der proportional zur Dosisleistung ist, der das Gas ausgesetzt ist. Ionisationskammern werden häufig als tragbare Strahlungsmessgeräte zur Überprüfung der Strahlendosis eingesetzt.

Proportionalzähler verwenden eine Geometrie mit einem dünnen positiv geladenen Anodendraht in der Mitte einer zylindrischen Kammer. Der größte Teil des Gasvolumens wirkt als Ionisationskammer, aber in dem Bereich, der dem Draht am nächsten liegt, ist das elektrische Feld stark genug, um die Elektronen zur Ionisierung von Gasmolekülen zu veranlassen. Dadurch wird ein Lawineneffekt ausgelöst, der das Ausgangssignal stark erhöht. Da jedes Elektron eine Lawine von ungefähr gleicher Größe auslöst, ist die gesammelte Ladung proportional zur Anzahl der Ionenpaare, die durch die absorbierte Röntgenstrahlung entstanden sind. Dadurch ist es möglich, die Energie jedes eintreffenden Photons zu messen.

Geiger-Müller-Zähler verwenden ein noch höheres elektrisches Feld, so dass UV-Photonen erzeugt werden. Diese lösen neue Lawinen aus, die schließlich zu einer vollständigen Ionisierung des Gases um den Anodendraht führen. Dies macht das Signal sehr stark, verursacht aber nach jedem Ereignis eine Totzeit und macht es unmöglich, die Röntgenenergien zu messen.

Gasdetektoren sind in der Regel Ein-Pixel-Detektoren, die nur die durchschnittliche Dosisleistung über das Gasvolumen oder die Anzahl der wechselwirkenden Photonen messen, wie oben erläutert, aber sie können durch viele gekreuzte Drähte in einer Drahtkammer räumlich auflösend gemacht werden.

Silizium-PN-Solarzellen

In den 1960er Jahren wurde nachgewiesen, dass sich Silizium-PN-Solarzellen für den Nachweis aller Formen ionisierender Strahlung eignen, einschließlich extremer UV-Strahlung, weicher Röntgenstrahlung und harter Röntgenstrahlung. Diese Form der Detektion funktioniert über Photoionisation, ein Prozess, bei dem ionisierende Strahlung auf ein Atom trifft und ein freies Elektron freisetzt. Diese Art von Breitband-Sensor für ionisierende Strahlung erfordert eine Solarzelle, ein Strommessgerät und einen Filter für sichtbares Licht über der Solarzelle, der die ionisierende Strahlung auf die Solarzelle treffen lässt, während unerwünschte Wellenlängen blockiert werden.

Radiochromer Film

Selbstentwickelnder radiochromer Film kann sehr hochauflösende Messungen für Dosimetrie- und Profilierungszwecke liefern, insbesondere in der Strahlentherapie.

⇒ Röntgendetektor

X-Strahlen

Bezeichnung Röntgens für die von ihm entdeckte neue Strahlenart, Röntgenstrahlen.

Im englischsprachigen Schrifttum wird diese Bezeichnung - X-rays - meist noch heute benutzt.

Xiteilchen

Ξ -Teilchen, Xihyperon

Instabiles Elementarteilchen aus der Gruppe der Baryonen mit Spin $\frac{1}{2}$, Isospin $\frac{1}{2}$ und positiver Parität.

XY-Schreiber

Koordinatenschreiber

Registriergerät (Direktschreiber) nach dem Prinzip des Kompensationsschreibers zur Aufzeichnung des funktionellen Zusammenhanges zwischen zwei veränderlichen Meßgrößen, die als äquivalente Strom- oder Spannungssignale vorliegen. Die Messung erfolgt leistungslos durch Vergleich mit einer Gegenspannung.

Der xy-Sch. enthält 2 identische Meßkanäle nach dem Kompensationsprinzip; die Ankerbewegungen der beiden Abgleichmotoren werden mechanisch auf eine gemeinsame Tintenfeder übertragen, die sich als Schlitten auf einem Schreibarm und zusammen mit diesem in äußeren Führungsschienen gleichzeitig in horizontaler (x) und vertikaler (y) Richtung bewegt.

In x-Richtung kann als Meßgröße meist auch ein Zeitmaßstab gewählt werden, dessen Größe über ein umschaltbares motorgesteuertes Getriebe vorgegeben wird. Im Gegensatz zum Kompensationsbandschreiber wird beim xy-Sch. das Registrierpapier (Format A 4 oder A 3) nicht bewegt.

Bedingt durch das verwendete schwerfällige mechanische Registriersystem haben XY-Sch. geringe obere Grenzfrequenzen. Die Einstellzeit ist abhängig von der Schreibbreite und beträgt etwa 0,5 – 1 s. Anwendung auch als Plotter.