

Wenn Strahlung sichtbar wird

Anfang des 20. Jahrhunderts gelang es mit der Entwicklung der Nebelkammer, die Spuren ionisierender Strahlung optisch nachzuweisen – ein faszinierender Beleg für ihre Existenz und Richtung. Abgesehen von diesem lediglich für Forschung und Lehre interessanten Aufbau galt jedoch: „Gamma-Strahlung kann man nicht sehen.“

Diese Grundwahrheit im Strahlenschutz wird inzwischen durch Gamma-Kameras wie die „NuVISION“ auf den Kopf gestellt. Gamma-Kameras ermöglichen eine präzise bildliche Darstellung radioaktiver Quellen. So lassen sich Strahlenquellen lokalisieren, Kontaminationsszenarien beurteilen oder Maßnahmen im Strahlenschutz gezielt planen.

Vom Zählrohr zum Bild

Klassische Strahlungsmessgeräte wie Zählrohr- oder Szintillationsdetektoren liefern Informationen über die lokale Intensität ionisierender Strahlung. Die Lokalisierung einer Strahlenquelle erfolgt dabei meist durch schrittweises Absuchen des Umfelds und Vergleich der Messwerte – ein zeitaufwendiger Prozess, insbesondere in unübersichtlichem Gelände, in Altanlagen oder nach einem radiologischen Ereignis. Die Suche nach der Strahlenquelle kann daher oft sprichwörtlich zur Suche nach der Nadel im Heuhaufen werden. Hinzu kommt, dass die Einsatzkraft sich permanent im Strahlungsfeld aufhalten muss und somit eine signifikante Strahlungsdosis erhalten kann.

Genau hier kommen Gamma-Kameras ins Spiel: Sie kombinieren Detektoren mit bildgebender Technik, sodass man nicht nur die Intensität, sondern auch die Quelle der Gamma-Strahlung erkennt – in Echtzeit und direkt vor Ort. Die Kamera wird im Strahlungsfeld positioniert, der Benutzer kann sich mehrere Meter zurückziehen und aus sicherer Entfernung die Position des Hotspots bestimmen.

Zusätzlich zur Bildgebung ermöglichen Gamma-Kameras durch ihre spektrometrischen Fähigkeiten eine Identifizierung von Nukliden. Hotspots können also nicht nur lokalisiert, sondern gegebenenfalls auch identifiziert werden, wodurch das Lagebild noch klarer wird.



Abb. 1: Während der Strahlenschützer die Quelle mit Detektor und Teleskop noch sucht, hat die Gamma-Kamera diese bereits lokalisiert. Anhand der Farbkodierung ist das identifizierte Nuklid erkennbar.

So funktioniert die Sicht auf das Unsichtbare

Die NuVISION ist ein Beispiel für diese Generation von mobilen Gamma-Kameras. Das Gerät nutzt simultan Coded-Mask- und Compton-Bildgebung.

Bei der „Coded-Mask-Bildgebung“ befindet sich eine spezielle Wolfram-Maske vor dem Detektor.

Das Prinzip ist analog zu einer vor einer Lampe sitzenden Person:

Ist der Schatten sichtbar und die Position der Person bekannt, ist es ein Leichtes, den Ort der Lampe zu bestimmen. Bei der „Coded-Mask-Bildgebung“ in der Strahlungsmesstechnik sorgt die Wolfram-Blende für das charakteristische Schattenmuster. Es werden abhängig von der Einfallsrichtung der Strahlung unterschiedliche Bereiche des Detektors getroffen. Hieraus kann die Software die Position der Strahlenquelle rekonstruieren.

Die „Compton-Bildgebung“ nutzt die physikalischen Eigenschaften des Compton-Effekts. Gamma-Strahlen, die auf den Detektor treffen, werden gestreut. Aus Winkel und Energie der Streuung im Detektor können mögliche Einfallswinkel berechnet werden. Werden viele Ereignisse erfasst, überlagern sich diese vielen Möglichkeiten in einem Einfallswinkel – dem Ursprung der Strahlung.

Die beiden Bildgebungstechniken sind komplementär.

„Coded-Mask-Imaging“ besitzt eine feinere Ortsauflösung und funktioniert auch bei niedrigen Energien. Allerdings ist das Sichtfenster beschränkt, da nur Strahlung, die durch die Maske fällt, ein charakteristisches Schattenmuster wirft.

„Compton-Imaging“ benötigt eine minimale Energie und eine höhere Dosisleistung, funktioniert jedoch in alle Richtungen und kann daher auch Hotspots, die sich seitlich oder hinter der Gamma-Kamera befinden, lokalisieren.



Abb. 2: Lokalisierung einer über 80 m entfernten Quelle mit TBq Aktivität
Die Reduktion der Dosisleistung bei der Lokalisierung ist enorm: wenige $\mu\text{Sv/h}$ am Ort der Kamera und mehrere mSv/h im Nahbereich der Quelle bei Messungen mit Handdetektoren

Die beiden Techniken ergänzen sich somit sehr gut:

„Coded Mask Imaging“ für hochauflösende Aufnahmen und „Compton Imaging“ als zusätzliches Strahlenschutzfeature für die Rundumsicht.

Mehr als nur ein schönes Bild

Die Vorteile liegen auf der Hand:

Strahlenschützerinnen und Strahlenschützer oder Einsatzkräfte können kontaminierte Bereiche schneller lokalisieren und abgrenzen. Das effiziente Aufspüren gefährlicher Hotspots birgt enormes Potenzial:

- Arbeits- und Einsatzplanung in Industrie und Katastrophenschutz werden stark vereinfacht,

- die Lagebilderstellung erfolgt mit deutlich reduzierter Strahlungsbelastung,
- schwer zugängliche Bereiche können untersucht werden und allgemein kann
- wertvolle Zeit gespart und Sicherheit geschaffen werden.

Sicherheit ist hierbei das Stichwort:

Auch Gamma-Kameras können nur messen, was am Detektor ankommt, und auf dieser Grundlage den Ursprung der Strahlung rekonstruieren. Es muss somit immer „genug“ Strahlung am Ort der Kamera ankommen. Durch das Abstands-Quadrat-Gesetz ergibt dies für Messungen im Abstand von mehreren Metern schnell einiges an Aktivität.



Abb. 3: Eine motorisierte Halterung erlaubt die vollständige Fernsteuerung von Gamma-Kameras – inklusive Neuausrichtung der Orientierung.



Abb. 4: Robustes Design für vielfältige Einsatzbereiche: Katastrophenschutz, Industrie, Einsatzkräfte, Forschung u.v.m.

Die Größenordnung der Hotspots muss sich daher nuklidabhängig im Bereich von mehreren Hundert kBq oder einigen MBq befinden. Gamma-Kameras sind somit **Strahlenschutz-Messtechnik** und keine Freimesstechnik.

Kein Ersatz, sondern eine neue Dimension

Wichtig ist:

Eine Gamma-Kamera ersetzt nicht die klassische Messtechnik. Sie ergänzt sie. Wo früher viele Messungen notwendig waren und Einsatzkräfte sich mit Teleskopen durch das Strahlungsfeld bewegen mussten, zeigt sie mit einem Blick, wo es sich lohnt, genauer hinzuschauen.

Strahlung kann man doch sehen

Moderne Gamma-Kameras wie die „NuVISION“ markieren einen Meilenstein in der Entwicklung der Strahlenschutzmesstechnik. Sie machen das Unsichtbare sichtbar und eröffnen Einsatzkräften und Fachpersonal ganz neue operative Möglichkeiten: von der schnellen Orientierung im Strahlungsfeld bis hin zur gezielten Identifikation von Quellen.

Was früher mit erheblichem Aufwand und Exposition verbunden war, lässt sich heute in vielen Fällen aus sicherer Distanz und in Echtzeit beurteilen.

Lukas Funke, Timo Göhlich,
Otmar Oehling

E-Mail: lukas.funke@nuvia.com