

## Technical Note/Technische Mitteilung No. 311

### Contamination Monitor LB 124 SCINT Spillover Alpha into Beta-Gamma/ Kontaminationsmonitor LB 124 SCINT Spillover Alpha in Beta-Gamma

Dr. Alfred Klett, Rev. 00, October 29, 2009

#### ***Simultaneous and separate alpha and beta-gamma measurement/ Gleichzeitige getrennte Messung von Alpha- bzw. Beta-Gamma-Strahlung***

Instruments for the simultaneous and discrete measurement of alpha and beta-gamma radiation usually discriminate these components utilizing pulse shape analysis. Either the pulse height or the rise-time or a combination of both can be used. But there are always intermediate signals, where the identification is not perfectly clear. For instance an alpha particle, which loses a larger share of its energy before passing through the entrance window would then be detected inside the detector with a relatively low energy deposit, and be wrongly identified as a beta particle with a certain probability. There is also beta radiation, which could incorrectly be identified as alpha radiation.

In radiation protection the limits for alpha emitting radionuclides are typically much lower than for beta-gamma emitters, and for this reason, good instruments are expected not to wrongly indicate alpha radiation which is not actually present. Consequently the spill over from the beta-gamma channel into the alpha channel is usually extremely low and is for instance for the LB 124 SCINT lower than  $2 \times 10^{-5}$ . If alpha radiation is indicated during a contamination measurement then in nearly all cases there is accompanying beta-gamma radiation. Because the alphas are much more dangerous, the accurate amount of beta contributions is not of particularly high (radiation protection) interest. Therefore for spillovers from the alpha into the beta-gamma channel, orders of magnitude higher values are generally accepted. These asymmetric requirements are usually met by the discrimination adjustments. The selectivity of the discrimination can be increased by ignoring signals with intermediate pulse shapes. But this approach increases an instrument's selectivity at the expense of its efficiency.

Messgeräte, die gleichzeitig und getrennt Alpha- und Beta-Gamma-Strahlung messen, separieren diese beiden Komponenten üblicherweise über eine Pulsformanalyse. Beispielsweise eignen sich zur Diskriminierung die Impulshöhe oder die Anstiegszeit oder auch eine Kombination dieser Größen. Es gibt dabei prinzipiell immer Signale aus einem Überlappbereich, die nicht völlig eindeutig zugeordnet werden können. So können etwa Alpha-Teilchen, die bereits einen erheblichen Teil ihrer Energie außerhalb des Detektors verloren haben und dann mit einem relativ geringen Energiedeposit im Detektor nachgewiesen werden, mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit fälschlicherweise als Beta-Teilchen identifiziert werden. Es gibt auch Beta-Strahlung, die unter Umständen irrtümlich als Alpha-Strahlung identifiziert werden könnte.

Da im Strahlenschutz die Grenzwerte für typische Alpha-Emitter viel geringer sind als für Beta-Gamma-Emitter, wird von guten Messgeräten unter anderem erwartet, dass sie nicht fälschlicherweise Alpha-Strahlung anzeigen, ohne dass diese wirklich vorliegt. Dementsprechend ist die Einstreuung vom Beta-Gamma-Kanal in den Alpha-Kanal normalerweise extrem gering und liegt etwa beim LB 124 SCINT unter  $2 \times 10^{-5}$ . Wenn bei einer Kontaminationsmessung echte Alpha-Strahlung vorliegt, ist diese in aller Regel bis auf ganz wenige Ausnahmen immer von Beta-Gamma-Strahlung begleitet. In einem solchen Fall liegt aufgrund der größeren Gefährlichkeit von Alpha-Strahlern in der Praxis das Hauptaugenmerk jedenfalls immer auf der Alpha-Komponente und die Beiträge der Beta-Gamma-Emissionen spielen demgegenüber eine eher untergeordnete Rolle. Aus diesem Grund werden bei Kontaminationsmonitoren um mehrere Größenordnungen höhere Einstreufaktoren vom Alpha- in den Beta-Gamma-Kanal akzeptiert.

Diese asymmetrischen Anforderungen werden durch entsprechende Diskriminator-Einstellungen erreicht. Man kann die Trennschärfe erhöhen, indem Signale aus dem Überlappbereich, in dem die Wahrscheinlichkeit einer korrekten Identifikation geringer ist, nicht zur Detektion herangezogen werden. Aber diese Vorgehensweise erhöht die Trennschärfe auf Kosten der Efficiency des Messgeräts.

### ***Efficiency as a function of distance/ Ausbeute als Funktion des Abstandes***

Interactions with matter together with solid angle effects usually cause a monotonically decreasing detection efficiency with increasing distance between a radioactive source and a radiation detector. But this is not necessarily true. For example if there are alpha particles travelling across a larger distance to a detector, they would deposit a low amount of energy and generate relatively small pulses. These ambiguous signals can not clearly be separated from beta-gamma events. There are two choices: they can either not be discriminated and not detected or they can be wrongly identified. If the **detection of ionizing radiation is favoured over the correct particle identification**, then the beta-gamma rate would increase at larger distance. At reference distance to the source the instrument would operate normally and indicate and measure alphas and beta-gammas correctly as specified. Abandoning the detection of a detectable component of ionizing radiation seems to be questionable. The LB 124 SCINT's efficiencies for  $^{241}\text{Am}$  and  $^{210}\text{Po}$  are displayed in Fig. 1 and Fig. 2.

Aufgrund von Streuprozessen und infolge des Raumwinkels fällt die Efficiency eines Strahlungsdetektors mit ansteigendem Abstand zu einer radioaktiven Quelle normalerweise ab. Das muss aber nicht notwendigerweise immer so sein. Bei der gleichzeitigen und getrennten Messung von Alpha- und Beta-Gamma-Strahlung können Alpha-Teilchen geringer Energie als Beta-Gamma-Strahlung erscheinen und die Beta-Gamma Rate kann in diesem Fall mit wachsendem Abstand zunehmen wie man in den Abbildungen 1 und 2 sieht. Physikalisch können diese Impulse von Alphas mit geringer Energie aus dem nicht eindeutig zuordenbaren Überlappbereich der Pulsformen nicht von Beta-Gamma-Strahlung unterschieden werden. Die einzige Alternative wäre, diese Signale überhaupt nicht zu detektieren. Gibt man dem **Nachweis von ionisierender Strahlung Vorrang vor der richtigen Teilchenidentifikation**, so erscheinen Alpha-Teilchen aus größerem Abstand zwar fälschlicherweise als Beta-Gamma-Strahlung **aber immer noch als ionisierende Strahlung**. Bei einer Messung beim normalen Bezugsabstand erfolgt die Zuordnung gemäß Spezifikation und die Alphas können richtig erkannt und quantitativ gemessen werden. Im anderen Fall würde der Detektor unter Umständen real auftretende ionisierende Strahlung nicht anzeigen, obwohl sie als solche detektierbar wäre. Eine solche Einstellung wäre nach unserer Meinung eher bedenklich.

### Efficiency for Am-241 Detection as a Function of Distance

Berthold Technologies LB124 SCINT Dr. Alfred Klett Oct 9, 2008

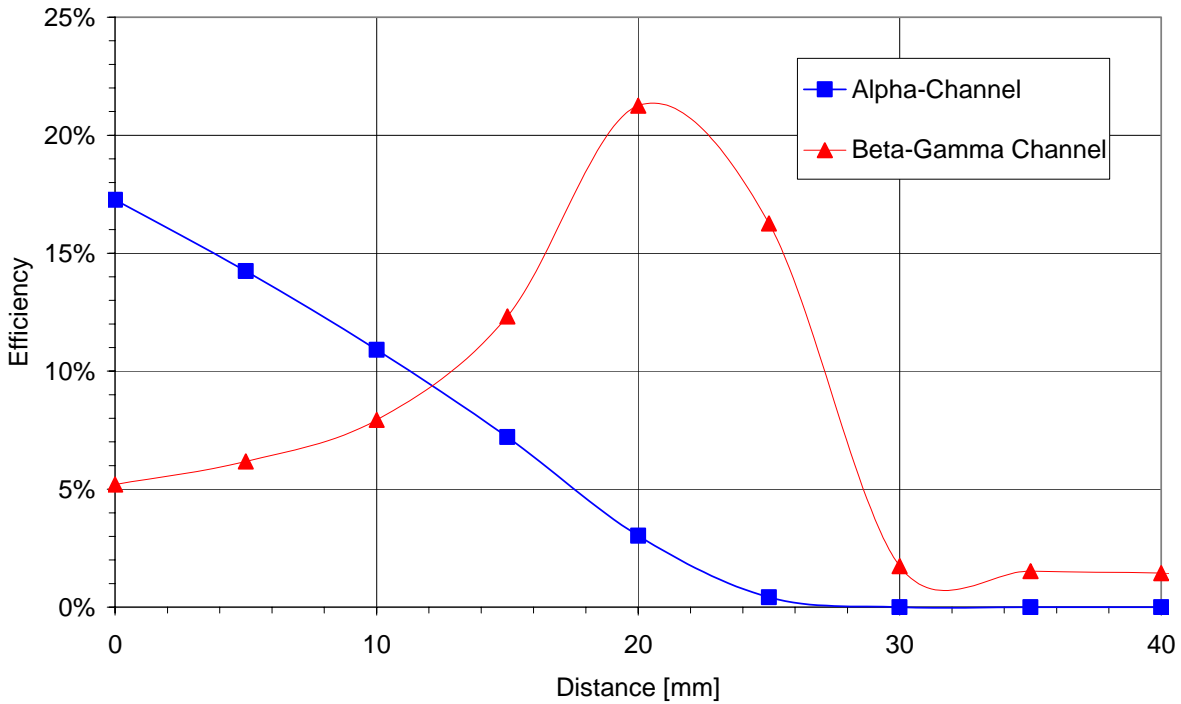


Fig. 1/Abb. 1

### Efficiency for Po-210 Detection as a Function of Distance

Berthold Technologies LB124 SCINT Dr. Alfred Klett Oct 10, 2008

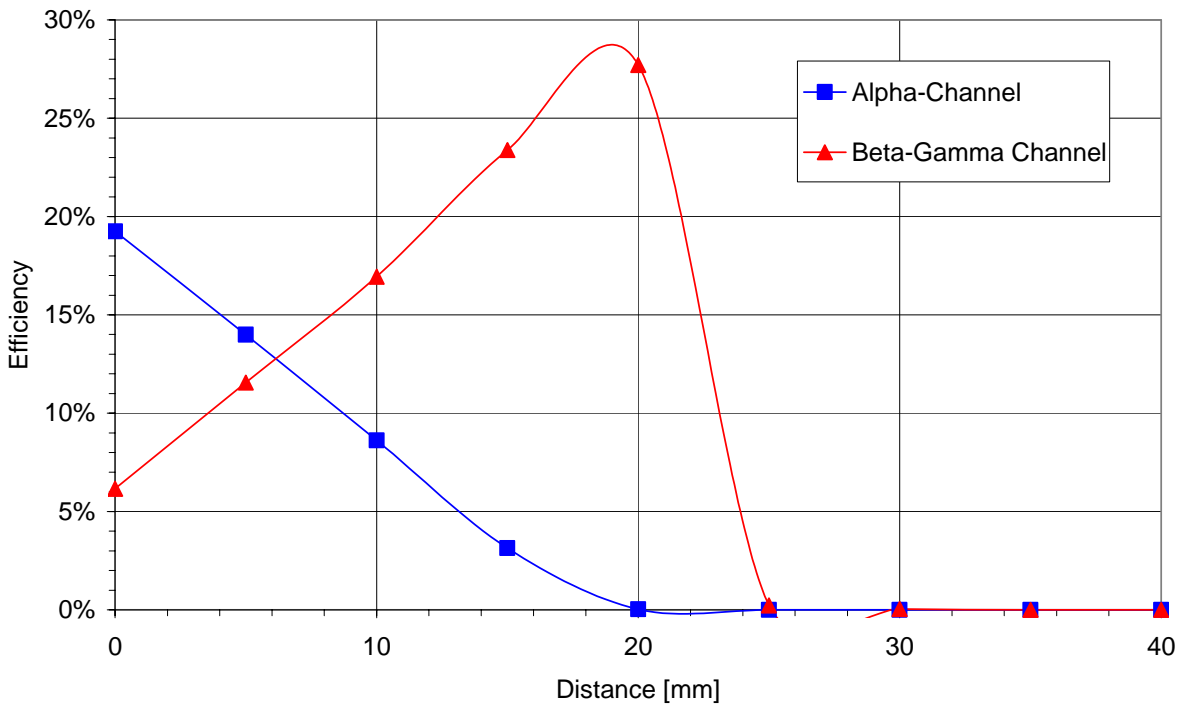


Fig. 2/Abb. 2

## ***Discussion and Summary / Diskussion und Zusammenfassung***

In radiation protection measurements the reliable detection of the presence of any component of ionizing radiation – expected or unexpected – should generally have a higher priority than determining any specific characteristic – like for instance the energy or particle type - of the radiation. For the assassination of Alexander Litvinenko with  $^{210}\text{Po}$  in London in November 2006 this radionuclide was probably chosen, because there was a good chance that even a very high activity wouldn't be noticed. An unexpected (almost) pure alpha emitter can easily be missed. If for example a contamination monitor LB 124 SCINT is slowly moved over an area with a  $^{210}\text{Po}$  contamination at a distance of 20 mm, the monitor would reliably indicate in the beta-gamma channel the presence of ionizing radiation. At this distance the efficiency in the alpha channel would already be very close to zero. Therefore, for practical radiation protection purposes we prefer this type of instrument's adjustment to sacrifice some particle identification capability but optimize detection efficiency of the ionizing radiation.

In der Strahlenschutzmesstechnik sollte der zuverlässige Nachweis des Auftretens von ionisierender Strahlung - erwartet oder unerwartet – jedenfalls absoluten Vorrang vor jeder weiteren Bestimmung von speziellen Strahlungseigenschaften wie etwa der Energie oder der Teilchenart haben. Beim tödlichen Anschlag auf Alexander Litvinenko mit  $^{210}\text{Po}$  im November 2006 in London haben die Täter dieses Isotop vermutlich gewählt, weil sie hoffen konnten, dass selbst eine außerordentlich hohe verabreichte Aktivität eventuell hätte unbemerkt bleiben können. Ein unerwartet auftretender reiner Alpha-Strahler ist je nach Umständen leicht zu übersehen. Wenn man zum Beispiel einen Kontaminationsmonitor LB 124 SCINT in einem Abstand von 20 mm über eine mit  $^{210}\text{Po}$  kontaminierte Fläche führen würde, könnte der Monitor im Beta-Gamma-Kanal zuverlässig ionisierende Strahlung anzeigen. Im Alpha-Kanal wäre demgegenüber das Ansprechvermögen bei diesem Abstand praktisch null. Für den praktischen Strahlenschutz halten wir unsere Geräteeinstellung deshalb für besser geeignet als eine Einstellung, die die Teilchenidentifikation optimiert, aber dafür Strahlungskomponenten unter Umständen eher übersehen werden können.