Gammasout versus Inspector – Die Qual der Wahl oder wer viel misst der misst viel Mist

Bernd Laquai, 17. Juni 2015

Selbst wenn man von der Qualität selbstgebauter Messgeräte und Detektoren völlig überzeugt ist, kommt irgendwann der Punkt, wo man gegen käufliches Equipment antreten will. Dies kann verschiedene Gründe haben, sei es man möchte mit Genugtuung feststellen dass überall mit Wasser gekocht wird, oder weil man eben oft das Problem hat, dass die Glaubwürdigkeit von Ergebnissen mit selbst gebauten Geräten ohne den Vergleich zu käuflichen Geräten schwerer zu erreichen ist. Dann stellt sich aber die Frage, welches Gerät soll man kaufen?

Der Eigenbau von Messgeräten in Bereichen, wo es relativ wenig Anwender gibt, und dazu gehört wohl das Messen radioaktiver Strahlung, ist meist davon getrieben, dass professionelle Geräte extrem teuer sind. Es mag zwar „Billiggeräte für jedermann“ geben, aber mit diesen erreicht man in der Regel noch weniger Glaubwürdigkeit als mit soliden Selbstbaugeräten. Bei Geigerzählern liegt die Preisgrenze für untaugliche kommerzielle Produkte derzeit wohl so ungefähr zwischen 100 und 200Euro. Wirklich gute professionelle Geräte für die einfache Strahlungsmessung liegen dagegen meist über 1000Euro. Dazwischen gibt es einen Übergangsbereich wo die Beurteilung schwer fällt. Der Markt ist meist auch durch regionale Angebote beeinflusst, weil man natürlich lieber ein Gerät kauft, welches man im Defektfall ohne Probleme schnell eingeschickt und repariert bekommt. Insofern sind, nur als Beispiel, die relativ günstigen Angebote aus der mit Strahlungsmessungen sehr geübten Ukraine immer etwas mit einem „gefühlten“ Nachteil behaftet.

In Deutschland tauchen in dem unteren Preissegment zwischen 300 und 1000Euro zwei brauchbare, auf Geiger-Müller Zählrohren beruhende Messgeräte auf, die sich auf Grund ihrer Verbreitung als Quasi-Standard etabliert haben. Das ist der Gammascout und der Inspector. Der Gammascout liegt derzeit typerweise bei 400Euro und der Inspector bei 700Euro (Stand Juni 2015). Während der Gammascout (von der gleichnamigen Firma aus Schriesheim bei Heidelberg) den Vorteil des heimischen Produkts in Deutschland genießt und daher von vielen Distributoren und Internetshops in Deutschland angeboten wird, ist der Inspector dagegen ein Gerät der US amerikanischen Firma S.E. International Inc., das praktisch nur übers Internet und dort über nicht all zu viele deutsche Shops erhältlich ist.

Während man davon ausgehen kann, dass beide Geräte in ungefähr dem gleichen Umfang elektronische Komponenten einsetzen und sich der Preisunterschied allein damit nicht erklären lässt, liegt es sehr nahe, den Unterschied im Gehäuse und im Sensor zu vermuten. Dass das auch so ist, lässt sich sehr einfach verifizieren, wobei das aufwändigere Gehäuse des Inspector auch gewissermaßen eine Folge des verwendeten Sensors ist. Der Gammascout verwendet ein Zählrohr des Typs LND712, es könnte aber auch ein russischer oder chinesischer Nachbau sein. Das 3.8cm lange Rohr hat ein Glimmer- (Mica)-Endfenster mit 9.1mm Durchmesser. Die Empfindlichkeit ist mit 18cps/(mr/h) = 1.8cps/(uSv/h) für die Co60 Gammastrahlung (Linien bei 1173 und 1332keV) angegeben. Vergleicht man die mit dem Gerät aufgezeichneten Logdaten, welche in counts wie in uSv/h angegeben sind, sieht man, dass der Gammascout zur Umrechnung den Faktor 1.775cps/(uSv/h) nach der werkseitigen Kalibrierung auf eine punktförmige Cs137 Probe verwendet, was 106.5

cpm/(uSv/h) entspricht. Dieser Faktor könnte bei anderen Exemplaren etwas anders ausfallen. Der Inspector dagegen verwendet ein Pancake-Rohr mit einem Glimmer (Mica)-Fenster mit 2“=5cm Durchmesser und rechnet für eine Cs137 Probe mit 334cpm/(uSv/h), was ungefähr dreimal so hohe Zählraten bedeutet. Allerdings sieht man an der Bauart des Pancake-Rohrs und seiner Anordnung im Gehäuse, dass der Inspector im Gegensatz zum Gammascout eher auf flächige Proben ausgelegt ist, als auf kleine punktförmige Quellen.

Abb. 1: Die Wohnzimmertisch-Nullrate in Counts per Second, gemessen mit Gammascout und Inspector, Gammscout: 0.373cps / 1.775 cps/(uSv/h)= 0.21uSv/h, Inspector: 0.73cps / 5.567 cps/(uSv/h) = 0.131uSv/h, hier ist bereits ein Unterschied sichtbar

Man kann den Inspector also eher als Messgerät ansehen, das besonders für flächige Kontaminationen geeignet ist. Nun ist es so, dass bei einem Geiger-Müller Zählrohr, welches einer Gammastrahlung ausgesetzt wird, der Hauptteil der zählbaren Ionisationen dadurch ausgelöst wird, dass Gammaquanten aus der Zählrohrwand, welche aus speziellem Stahl hergestellt ist, Photoelektronen herauslösen, welche dann die Gasentladung zünden. Das Fenster wird also nicht für die Gammaempfindlichkeit benötigt, sondern um Beta- und Alphaempfindlichkeit zu erreichen. Wäre man vorwiegend an einer Gammaempfindlichkeit und vielleicht an der höherenergetischen Betastrahlung interessiert, wäre ein Zählrohr ausreichend, welches eine dünne zylindrische Wand aus Stahlblech hätte, so wie beispielsweise das berühmte russische SBM-20 Rohr. Die Eigenschaften des Fensters

betreffen also vor allem die Alpha- und Betaempfindlichkeit, sowohl von der minimalen Energie, die noch nachgewiesen werden kann, wie auch von der erreichbaren Zählrate. Und hier ist neben der flächigen Ausrichtung des Detektors der Hauptvorteil des Inspector zu suchen. Der Inspector kann nicht nur radioaktive Strahlung bei etwas geringeren Energien nachweisen als der Gammascout, sondern hat dann auch vor allem bei Alpha- und Betastrahlung die deutlich höhere Zählrate.

Das sehr empfindliche und große Zählrohr des Inspector fordert natürlich auch eine entsprechende Gestaltung des Gehäuses. Während beim Gammascout das Zählrohr-Fenster mit zwei unterschiedlichen Klappen zu Filterung von Alpha- und Betastrahlung verschlossen werden kann, ist das empfindliche und große Fenster beim Inspector nur mit einem großmaschigen dünnen Gitter geschützt. Man muss also enorm aufpassen, dass man das Zählrohr des Inspector nicht beschädigt oder auch kontaminiert. Aber insgesamt kann man schon sagen, dass das Gehäuse des Inspector einen solideren Eindruck macht, als das des Gammascout. Dieser Eindruck wird auch durch die stabileren Schalter des Inspector im Gegensatz zur etwas gewöhnungsbedürftigen Folientatstatur des Gammascout verstärkt.

Nun ist es ja so, dass die Empfindlichkeit eines solchen Geräts sich dann zeigt, wenn eine gerade noch signifikant höhere Rate als die Nullrate gemessen wird. Aufgrund der speziellen Zerfallsstatistik aber ist die momentane Zählrate eine Zufallsgröße, die einen Stichprobenmittelwert darstellt, der mit der Wurzel der zur Berechnung der Rate verwendeten Zählpulse streut. Signifikant ist eine höhere Rate daher dann, wenn sie unter Abzug von etwa 2-3mal der Streuung von der Nullrate verschieden ist. Wenn aber die Streuung mit der Wurzel der Zählpulse abnimmt, dann kann man immer eine höhere Genauigkeit durch eine längere Messzeit kompensieren. Deswegen ist die Einstellbarkeit der Messzeit auch so wichtig. D.h. man könnte also die geringere Messgenauigkeit des Gammascout durch eine längere Messzeit kompensieren. Leider macht die Benutzeroberfläche des Gammascout diese Möglichkeit etwas schwer. So zeigt die normale Dosisleistungsanzeige das Ergebnis immer in 2 Sekundenintervallen an, die zwar irgendwie aus mehreren Messungen gefiltert werden, man weiß aber nicht genau wie. Das führt dazu, dass man die Anzeige einzelner Messwerte im Niedrigdosisbereich unter 0.5uSv/h eigentlich nicht ernst nehmen kann und höchstens durch Beobachten vieler angezeigter Werte ein grobes Gefühl für einen tatsächlichen Wert bekommt. Man kann sich das auch damit klar machen, dass der Gammascout bei einer Anzeige von 0.5uSv/h gerade mal 1.8 Pulse pro Sekunde zählt und dieser Wert dann der Zerfallsstatistik entsprechend um 1.34 Pulse streut. D.h. man hat eine Streuung von 0.5/1.34 = 0.37uSv/h. Selbst wenn dann noch in irgendeiner Form eine Glättung gerechnet wird, so muss dennoch auch eine gewisse Reaktionsgeschwindigkeit auf Änderungen bleiben, was die Mittelung wieder begrenzt. Man kann also erkennen, dass diese 2 Sek.-Dosisleistungsanzeige erst bei Werten größer 0.5uSv/h eine erträgliche Streuung erreicht. Beim Inspector dagegen ist die Anzeige der normalen Dosisleisstung in uSv/h die Folge einer vom Anwender einstellbaren Mittelung. Schade ist jedoch, dass diese Mittelungszeit für die Dosisleistungsanzeige nur durch den Anschluss eines PC geändert werden kann, aber man kann sie wenigstens ändern.

Dosisleistungsanzeigen in uSv/h sind eigentlich nur für ein Nuklid gültig und bei den meisten Geräten ist das die Gammastrahlung des Cs137 bei 662keV. Auf diese Strahlung wird sowohl der Gammascout wie auch der Inspector werkseitig kalibriert. Der Inspector bietet aber die Möglichkeit andere Umrechnungsfaktoren von cpm in uSv/h als den für das Cs137 zu

verwenden und so die nicht-konstante Energiecharakteristik des Zählrohrs auszugleichen. Für die Änderung eines solchen Werts muss aber wieder der PC angeschlossen werden. Für einige häufig auftretende Nuklide gibt es vom Hersteller fertige mitgelieferte Umrechnungsfaktoren. Für eine Aktivität aus einer bunten Nuklidmischung (z.B. das mit seinen Zerfallsprodukten im Gleichgewicht stehende Natururan) ist die angezeigte Dosisleistung aber nur eine grobe „Hausnummer“.

Ist man beim Gammascout auch im Niedrigdosisbereich an genaueren Werten interessiert, so bietet die Umrechnung der messbaren Impulsrate eine Möglichkeit. Wählt man die Anzeige des cps Werts, dann erhöht das Gerät schrittweise die Messzeit, so dass der angezeigte Wert mit zunehmender Zeit immer weniger streut. Man bekommt also nach einiger Zeit eine Konvergenz auf die wahre Impulsrate und die ist dann relativ stabil. Um nun zu einer auf Cs137 bezogegenen Dosisleistung zu kommen, muss man manuell den Anzeigewert durch den Faktor 1.775cps/(uSv/h) teilen. Die andere Möglichkeit beim Gammascout besteht darin, dass man die Datalogging-Funktion benutzt. Für diese lässt sich die Messzeit manuell über die Tastatur des Geräts einstellen. In der am PC auslesbaren Log-Datei sind dann Zählrate wie die berechnete Dosisleistung für die gewählte Messzeit zu finden.

Beide Geräte bieten zusätzlich noch eine einmalige Impulsraten-Messung mit einstellbarer Zeit (Timer-gesteuerte Messung) ohne Zuhilfenahme des PC als Alternative zu den kontinuierlich mit Mittelung laufenden Messungen der Dosisleistung und Pulsrate. Eine solche Messung kann man dann auch manuell mit den für einige Nuklide bekannten Faktoren (334cpm/(uSv/h) fürs Cs137) in eine Dosisleistung umrechnen. Damit hat man dann eine sehr gute Kontrolle über die Statistik. Was beim Inspector an dieser Stelle wieder nicht ganz verständlich ist, warum man zur Einstellung des Messzeitintervalls für die Datalogging-Funktion das Gerät wieder an den PC anschließen muss. Unterwegs ist so etwas oft sehr mühsam, aber immerhin, mit einem Notebook PC im Gepäck ist auch das möglich.

Bei beiden Geräten können Warnschwellen gesetzt werden, die bei Überschreiten einen Signalton auslösen. Der Gammascout hat dann aber noch zusätzlich eine Dosimeter-Funktion, welche die Dosisleistung über Zeit aufsummiert. Die Einstellung und Handhabung dieser Funktion ist zwar nicht immer ganz intuitiv, aber mit etwas Übung kann man sich daran gewöhnen. Die Dosimeterfunktion ist natürlich nur deswegen möglich, weil der Stromverbrauch des Geräts den kontinuierlichen Betrieb über sehr lange Zeit ermöglich. Hier besticht das Schaltungsdesign des Gammascout absolut durch einen unvorstellbar geringen Stromverbrauch. Das äußert sich darin, dass sogar Modellvarianten angeboten werden, die eine fest verbaute Lithium-Thionyl-Chlorid Batterie haben, die werkseitig nur alle 10 Jahre getauscht wird. Die Akku-Variante verwendet eine Lithium-Akku-Zelle, die man bei privatem Gebrauch auch nur im Abstand von mehreren Jahren laden muss. Das Problem, dass die Batterie alle ist, taucht beim Gammascout also so gut wie nie auf.

Dazuhin hat der Gammascout auch einen sehr großen Messwertspeicher fürs Datenlogging (rund 100k Datensätze im Gegensatz zu 1365 Datensätzen beim Inspector). Der Stromverbrauch des Inspector hat nicht ganz so sehr im Vordergrund des Designs gestanden wie beim Gammascout. Eine LED zur Anzeige registrierter Pulse leuchtet immer und es ist auch eine sehr gute Displaybeleuchtung mit einer weißen LED Versorgung vorgesehen, die per Tastendruck für eine gewisse Zeit angeschaltet werden kann. Die Stromversorgung des

Inspector ist ein gewöhnlicher 9V Block (Alkaline-Technologie), was natürlich weniger optimal ist wenn man auf extrem lange kontinuierliche Betriebszeiten schaut.

Auf der anderen Seite aber bietet der Inspector serienmäßig eine Software für den PC, die deutlich über den reinen Abruf der im Gerät aufgezeichneten (geloggten) Daten hinausgeht. Mit dieser Software lässt sich das Gerät bequem konfigurieren und sogar vom Anwender kalibrieren. Darüber hinaus bietet die Software die Möglichkeit, Messwerte online zu visualisieren. Wo also der Gammascout nur das Datalogging mit darauffolgendem Auslesen des Speicher bietet, ist beim Inspector mit Verbindung zum PC eine Online-Überwachung dynamisch veränderlicher Aktivitäten sehr leicht möglich und auch sehr hilfreich. Was man auch noch erwähnen sollte, ist der Zählimpulsausgang über den der Inspector verfügt. Dort kann man eine eigene elektronische Nachverarbeitung anschließen (3.5mm Ohrhörerbuchse).

In der Summe kann man also sagen, dass der Gammscout eher das Messgerät für technische Strahlenquellen ist, der Inspector ist dagegen eher als Kontaminationsmessgerät zu empfehlen, das sich auch zur Untersuchung von natürlichen Strahlungsquellen im Niedrigdosisbereich eignet bzw. für Lebensmittel, besonders wenn es auf hohe Alpha- und Betaempfindlichkeit ankommt. Für die Daten-Aufzeichnung bei mobilen Messungen ist der Gammascout überlegen und für die Online Visualisierung der Inspector. Was die Beeinflussung der Kalibrierdaten oder das Anpassen an verschiedene Radionuklide anbelangt hat auch der Inspector die Nase vorn. Man kann die Messbedingungen beim Inspector viel flexibler selbst beeinflussen als beim Gammascout. So gesehen bekommt man für die höhere Kosten des Inspector auch die höhere Leistung.

Konkrete Messungen, die man zum Vergleich anführen kann, wurden im Hinblick auf Proben im Niedrigdosis-Bereich gemacht. Einmal wurde eine Überspannungsschutzröhre (Spark Gap-Röhre) vermessen, die zur Vorionisation einen kleinen Klecks Cs137 an der Glaswand aufgedampft hat. Cs137 ist das Radionuklid auf das die Dosisleistungsanzeige der meisten Geräte werkseitig kalibriert ist, daher bietet sich das auch zur Prüfung der Kalibrierung an. Den Klecks kann man als kleinen Punktstrahler ansehen, den man aus nächster Nähe (Kontaktdosis) messen können sollte. So ist es dann auch, der Inspector zeigt 1547 counts bei einer Timer-Messung über 10min an. Benutzt man den Konversionsfaktor von 334cpm/(uSv), dann entspricht das einer Dosisleistung von 0.46uSv/h. Die Probe kann dabei mit Hilfe der speziellen Markierungen am Gehäuse genau im Zentrum des Fensters positioniert werden.

Beim Gammascout macht man diese Messung am besten mit der cps Funktion, wobei die Messdauer laufend inkrementiert wird und so das Ergebnis nach etwa 10 Minuten auf ein relativ stabiles Ergebnis von 0.750 cps hin konvergiert. Dabei stand die Fensterblende auf $\beta+\gamma$. Mit dem Umrechnungsfaktor von 1.775cps/(uSv/h), welchen der Gammascout beim Datalogging nutzt, ergibt sich daraus 0.42uSv/h. Bringt man nun die Röhre auf der Geräte-Unterseite parallel zum Stahlzylinder des Zählrohrs an, dann nutzt man die höhere Gamma-Empfindlichkeit wegen der besseren Strahlungsgeometrie im Hinblick auf die größere Oberfläche der Zählrohrwand. In dieser Anordnung konvergiert die Anzeige auf ein relativ stabiles Ergebnis von 0.864 cps, woraus sich nun mit dem gleichen Umrechnungsfaktor ein Wert von 0.49uSv/h ergibt. Das heißt hier messen Gammascout und Inspector so in etwa das

selbe. Man kann also zunächst mal annehmen, dass die Kalibrierungen im Niedrigdosisberich des Cs137 stimmen.

Abb. 2: Die Zählrohrfenster beim Gammascout (9.1mm ϕ effektiv) und beim Inspector (45mm ϕ effektiv)

Abb. 3: Die Spark-Gap Röhre mit Cs137 Klecks zur Vorionistation als Objekt zur Überprüfung der Gerätekalibration

Abb. 4: Messung der Kontaktdosis in uSv/h mit dem Gammascout mit dem Blendenfester

Abb. 5: Befestigung der Spark-Gap Röhre auf der Unterseite des Gammascout für die Messung der Gammastrahlung

Abb. 6: Messung der Kontaktdosis in uSv/h auf der Unterseite des Gammascout:
0.864 cps (dT ansteigend, 10min), 1.775cps/(uSv/h) → 0.49uSv/h

Abb. 7: Messung der Kontaktdosis auf der Spark-Gap Röhre mit der Timer-Funktion des Inspector: 1547 counts (Timer 10min), 334cpm/(uSv) → 0.46uSv/h

Das nächste Vergleichsexperiment ist die Messung eines Foto-Objektivs mit thorierten Glaslinsen. Die Aktivität, welche von der Rückseite ausgeht, ist groß genug um mit einem Abstand von 5cm bei deutlich über 0.5uSv/h messen zu können. Öffnet man nun beim Gammascout das Blendenfenster, so dass das Glimmerfenster des Zählrohrs sichtbar wird, dann zeigt das Gerät einen mehr oder weniger stabilen Dosisleistungs-Wert von 0.798uSv/h an. Benutzt man den Umrechnungsfaktor von 1.775cps/(uSv/h) sieht man, dass man nun mit einer Zählrate von etwa 1.4cps misst. Bei zwei Sekunden bedeutet das im Mittel 2.8Pulse pro internem Messwert, das bedeutet bei einer normalen Zerfallsstatistik, dass man eine Streuung von Wurzel(2.8)=1.68 Pulsen pro internem Messwert hat. Würde das Gerät diesen Messwert ungefiltert ausgeben, wäre das also alles andere als ein stabiles Anzeige-Ergebnis. Nun hat der Gammascout aber einen Filteralgorithmus eingebaut, der mehrere vergangene Messwerte in das Ergebnis mit einbezieht und so dann doch einen einigermaßen stabilen Dosisleistungswert 0.798uSv/h erreicht. Durch den unbekannten Glättungsalgorithmus kann man aber wenig über die verbleibende statistische Streuung sagen. Schnelle Änderungen der Aktivität werden durch diesen Glättungsalgorithmus verschliffen. Man muss also schon einige Anzeigewerte abwarten bis sich der Anzeigewert glaubhaft stabilisiert hat.

Beim Inspector lässt sich die Mittelung der internen Messwerte bei Dosisleistungs- und Zählratenmessungen direkt einstellen oder aber auch ganz abschalten. Bei der Mittelung läuft dann ein gleitender Mittelwert ab und so hat man eine genaue Kontrolle über die Statistik. Die Anzeige wird alle 3 Sekunden aktualisiert. Legt man die Konversionsrate von 334cpm/(uSv/h) zugrunde, dann stehen hinter einem internen Messwert 19.8 Pulse. Bei Mittelung über 10 Messwerte also 198 Pulse. Damit ergibt sich die Streuung zu Wurzel(198)=14.9Pulse. Der Inspector zeigt bei diesem Versuch eine Dosisleistung von 1.19uSv/h an, damit lässt sich die Streuung der Dosisleistung mit 1.19uSv/h/14.9 = 0.08uSv/h sehr genau angeben. Das heißt das Ergebnis der Inspector-Messung lautet dann 1.19+/-0.08uSv/h, wenn man die einfache Streuung als Konfidenzintervall benutzt. Das ist deutlich mehr und ein stabilerer Wert als beim Gammascout. Der Grund warum nun der Inspector mehr anzeigt, kann man darin suchen, dass es sich hier um Thorium als Ausgangs-

Abb. 8: Messung von thorierten Glaslinsen in einem Fotoobjektiv mit dem Gammascout

Abb. 9: Messung von thorierten Glaslinsen in einem Fotoobjektiv mit dem Inspector

nuklid einer Zerfallskette handelt, das mit allen seinen Zerfallsprodukten mehr oder weniger im Gleichgewicht vorliegt. Unter diesen zusätzlichen Zerfallsprodukten hat es Alpha-, Beta- und Gamma-Strahler. Auf Grund des Abstands von 5cm in Luft kann man davon ausgehen, dass die Alphastrahlung stark geschwächt ist, wenn sie am Detektor ankommt. Davon wird man wenig sehen. Die Betastrahlung ist aber in 5cm Abstand in Luft noch sehr präsent. Selbst wenn die Gammastrahlung einiger Zerfallsprodukte eine ähnliche Zählrate erzeugt wie das Cs137, auf welche die Geräte kalibriert sind, so ist doch ein deutlicher Unterschied in der von beiden Geräten registrierten Betastrahlung zu finden. Aufgrund des großen Fensters und der höheren Beta-Empfindlichkeit des Inspector trägt diese Strahlung dann wesentlich mehr zum Gesamtergebnis bei als beim Gammascout. Die angezeigte Dosisleistung ist also bei

beiden Geräten wenig aussagekräftig, da sie auf die Gammastrahlung des Cs137 bezogen ist und nicht auf die Strahlung aus einer Thorium-Zerfallsreihe.

Der letzte Indoor-Versuch zeigt schließlich noch krassere Diskrepanzen, die einen warnen sollten, die Anzeige der Dosisleistung eines auf Cs137 kalibrierten Geräts für bare Münze zu nehmen, wenn es sich um andere Radionuklide handelt. Hier wurde eine mit einer Uranglasur überzogene Keramik mit beiden Geräten gemessen. Um einigermaßen vergleichbare Strahlungsgeometrien zu erhalten wurde hier mit einem Abstand von 30cm gemessen.

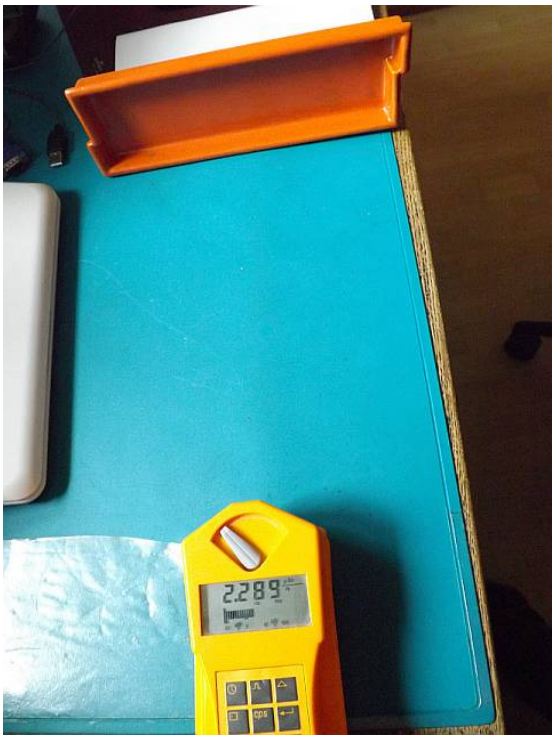

Abb. 10: Messung einer uranglasierten Keramikschale mit dem Gammascout: 2.2uSv/h

Abb. 11: Messung einer uranglasierten Keramikschale mit dem Inspector: 16.8uSv/h

Der Gammascout zeigt mit der Blende β+γ vor dem Zählrohrfenster 2.289uSv/h, der Inspector 16.8uSv/h. Daran erkennt man nun ganz deutlich, dass diese Messung Unsinn sein muss. Das liegt ganz einfach daran, dass der Gammaanteil an der Gesamtstrahlung einer Uranglasur relativ gering ist, der Betaanteil jedoch hoch. Hier kommt nun das flächenmäßig viel größere Fenster des Inspector voll zum tragen (effektive Fläche 1590mm^2 gegen 65mm^2 beim Gammascout), das zu einer deutlich höheren Zählrate für Betastrahlung führt.

Schließlich wurde noch ein Outdoor-Versuch gemacht. Hier bietet sich in Stuttgart die Königstrasse an, die ja bekanntlich ein amtlich vermessener Niedrigdosis-Prüfstrahler ist, da das dort verlegte Granitpflaster durch das Landesamt für Umwelt in Baden-Württemberg (LUBW) bereits mit geeichten Messgeräten vermessen wurde. Dieses Granitpflaster ist ein idealer Flächenstrahler aus Flossenbürger Granit, der für seinen hohen Urangehalt bekannt ist. Das LUBW hat über den ca. 10cm dicken Granitplatten einen maximalen Wert der Ortsdosisleistung (in 1m Höhe) von 0.34uSv/h ermittelt, auf dem Asphalt einer angrenzenden Strasse dagegen einen Wert von 0.11uSv/h. Man kann also grob mit einem Faktor 3 gegenüber der ortsüblichen Dosisleistung rechnen. Hier wurde aber als Erstes direkt auf dem Pflasterboden gemessen (Kontaktdosisleistung).

Der Gammascout liefert bei so niedrigen Dosisleistungen auf Grund der niedrigen Zählrate nur sehr instabile Anzeigewerte, daher ist es auch hier wieder besser die Impulsrate mit der automatisch ansteigenden Messzeit der cps-Funktion zu ermitteln. Der Gammascout liefert dabei 0.62 cps, mit dem Konversionsfaktor 1.775cps/(uSv/h) entspricht das 0.35uSv/h. Der Inspector liefert mit der kontinuierlichen Dosisleistungs-Anzeige 0.48uSv/h, mit der kontinuierlichen Zählratenanzeige 2.53cps (gemittelt über 10 Werte), und 850 counts mit der Timer Messung über 5min. Rechnet man die Timermessung mit dem Konversionsfaktor von 334cpm (uSv/h) um, erhält man 0.51(uSv/h). Auch hier ist es wieder so, dass das Uran mit seinen Zerfallsprodukten aus der Zerfallskette ein Nuklid-Gemisch bildet unter denen einige Beta-strahlenden Radionuklide sind. Auf Grund des großen Fensters und der völlig flächigen Geometrie zählt der Inspector daher mehr und man kann die Dosisleistungsanzeige nur als groben Anhaltspunkt nehmen.

Abb 12: Kontaktdosis auf dem Granitpflaster der Stuttgarter Königstrasse. Inspector kontinuierliche Dosisleistungsanzeige in uSv/h (kontinuierlich mittelnd über 10 Messwerte), Gammascout kontinuierliche Dosisleistungsanzeige in uSv/h (Update Intervall 2sek, unbekannter Mittelungsalgorithmus)

Abb. 13: Gammascout Zählraten-Messung (Intervall dT automatisch ansteigend), Inspector Timer Messung (counts, Timer einstellbar, hier dT=5min) auf dem Granitpflaster der Königstrasse

Anschließend wurden beide Geräte zusammen mit dem Garmin Oregon 450t Handheld GPS verwendet um eine georeferenzierte Messung mit Kartendarstellung über den berühmten Königstrassen-Achter als Messweg zu machen. Dabei wurden beide Geräte in einer Gürteltasche getragen, ziemlich genau 1m über dem Boden. Daher kann man nun die Dosisleistung als Ortsdosisleistung bezeichnen. Zusätzlich wurde noch der selbstgebaute Kontazähler mitgeführt (vier SBM20 Zählrohre, Datalogging mit Arduino). Der Königstrassen-Achter führt abwechselnd über das Granitpflaster der Königstrasse und über die parallele Kronprinzenstrasse (Asphalt) bzw. durch den Schlossgarten (gekiester Weg zwischen den Wiesen). Das Messintervall für den Gammascout betrug 2 Minuten und für den Inspector 1 Minute. Der Kontazähler ermittelte die Rate aus der Zeit für jeweils 10 Pulse, danach wurde aber nochmals ein gleitender Mittelwert über 10 Messwerte gerechnet um die Daten stärker zu glätten.

Im Vergleich der Messprofile sieht man ganz deutlich die rechteckförmig verlaufende Aktivitätsschwankung durch den Wechsel zwischen Granit und Asphalt bzw. Kies. Auch der Faktor 3 ist bei allen Messgeräten deutlich erkennbar. Der Gammascout lieferte aber auf Grund seiner geringen Zählrate bei einer Schrittgeschwindigkeit von ca. 4km/h relativ wenig Datenpunkte und löst daher den Weg örtlich gesehen nur sehr grob auf. Der Inspector liefert doppelt so viele Punkte ohne das Rauschen sichtbar zu verändern, was an seiner höheren Zählrate liegt. Der Kontazähler weist dagegen eine noch viel höhere Zählrate auf und schafft eine räumliche Auflösung, die von den kommerziellen Geräten nicht erreicht wird. Aufgrund des Plastikschalenkoffers als Gehäuse zeigt er aber absolut gesehen ein klein wenig niederere Dosisleistungswerte an, was aber leicht korrigiert werden könnte.

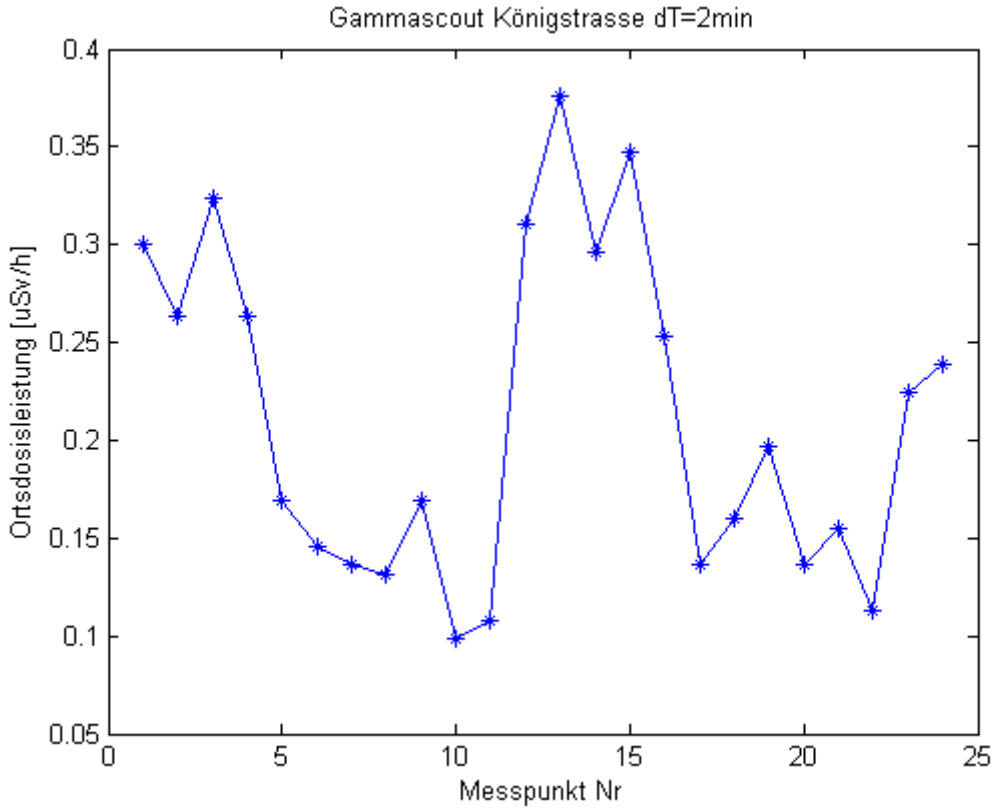

Abb. 14a: Ortsdosisleistungs-Profil entlang des Messwegs mit dem Gammascout

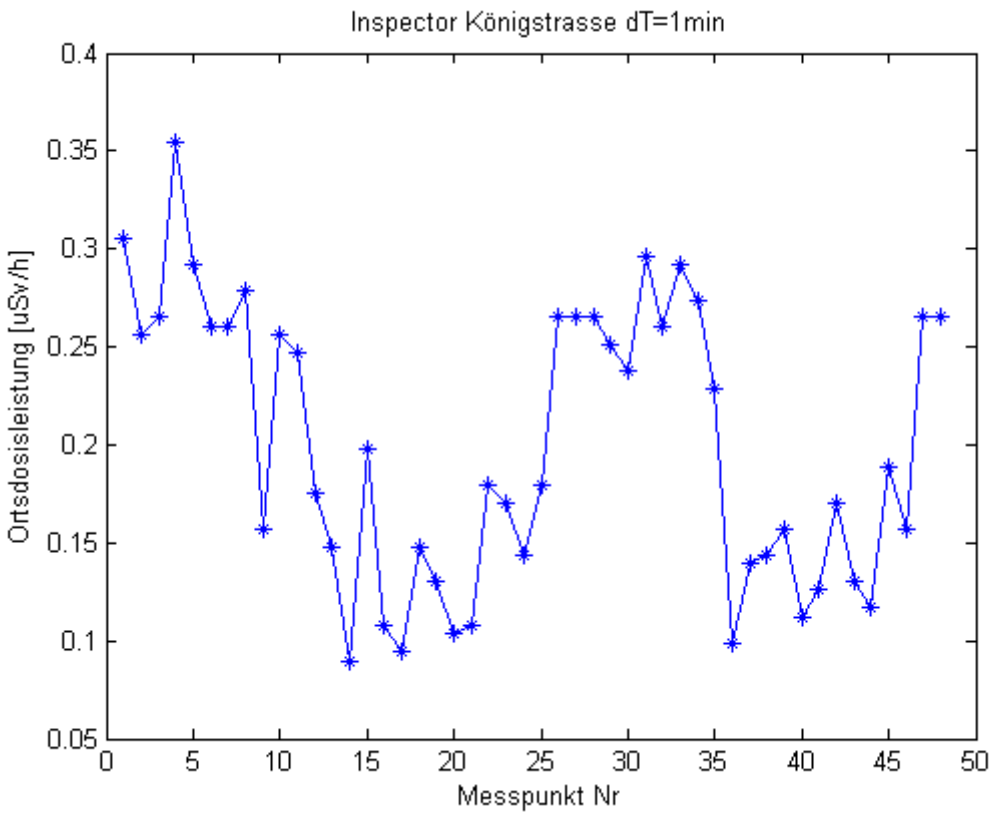

Abb. 14b: Ortsdosisleistungs-Profil entlang des Messwegs mit dem Inspector

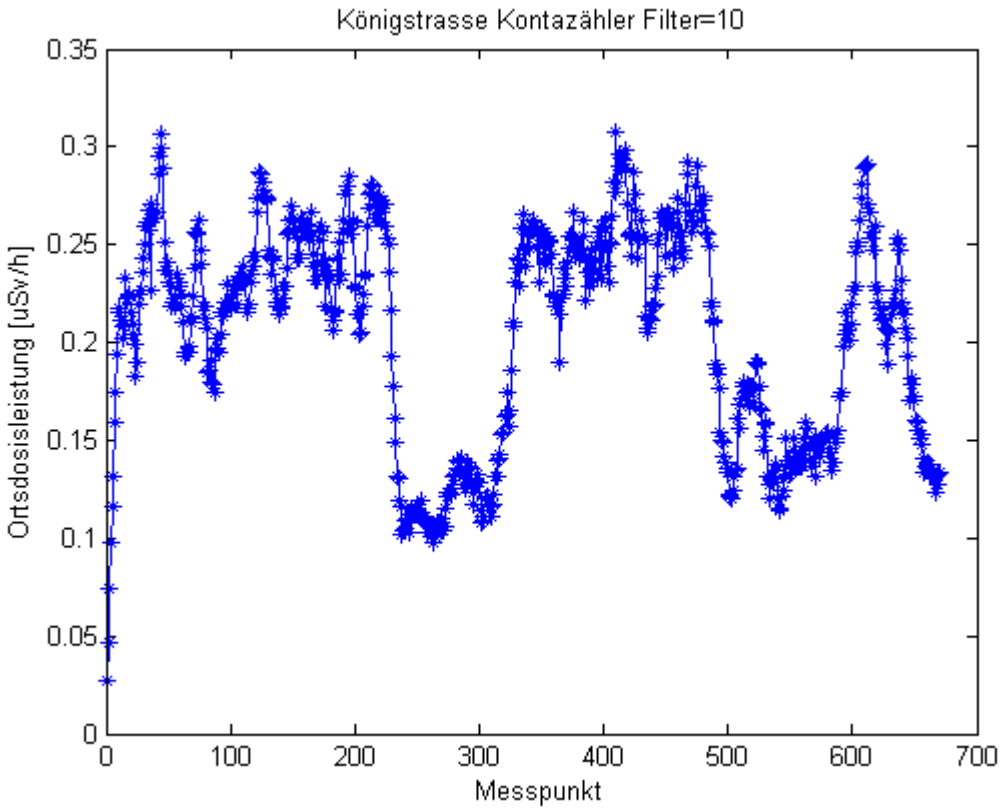

Abb. 14c: Ortsdosisleistungs-Profil entlang des Messwegs mit dem Kontazähler

Im Folgenden wurden die Daten einmal auf einer Openstreetmap Karte mit Hilfe der Kartensoftware Mapsource der Firma Garmin dargestellt und einmal als farblich codierter Weg in Google Maps. Man erkennt deutlich die höhere Auflösung in der Reihenfolge Gammascout-Inspector-Kontazähler. Allerdings sieht man in dem dicht gebauten Gebiet der Stuttgarter Innenstadt auch eine Ortsunschärfe des GPS Geräts, das einen Teil der hohen Ortsauflösung des Kontazähler wieder zunichte macht. Man kann aber davon ausgehen, dass dies in freiem Gelände mit guter Satellitensicht nicht der Fall wäre.

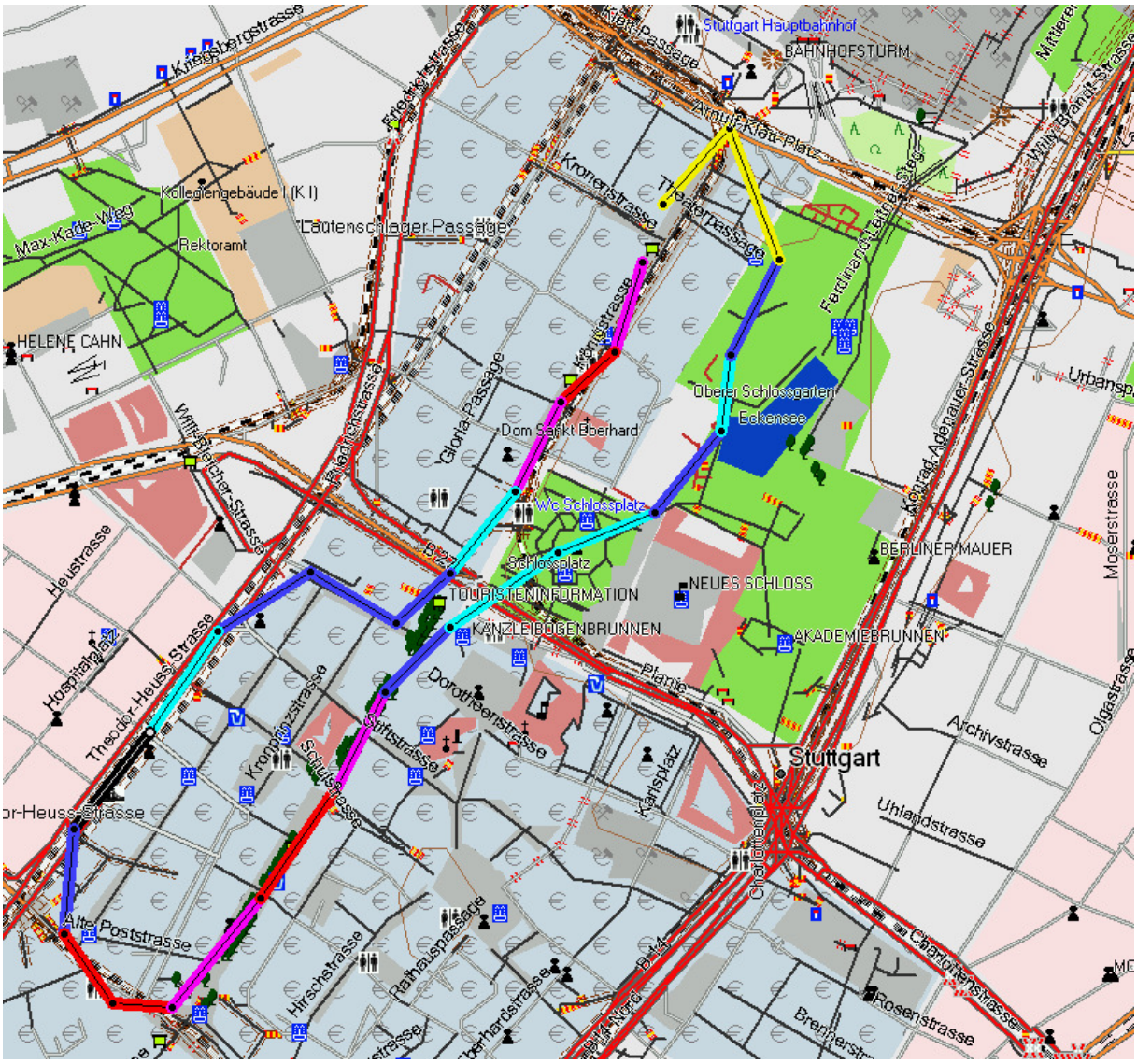

Abb. 15a: Kartendarstellung der georeferenzierten Messungen mit dem Gammascout, Mapsource-Karte, Farbskalierung (rot > 0.3uSv/h, magenta > 0.25uSv/h, gelb > 0.2uSv/h, cyan > 0.15uSv/h, blau > 0.1uSv/h)

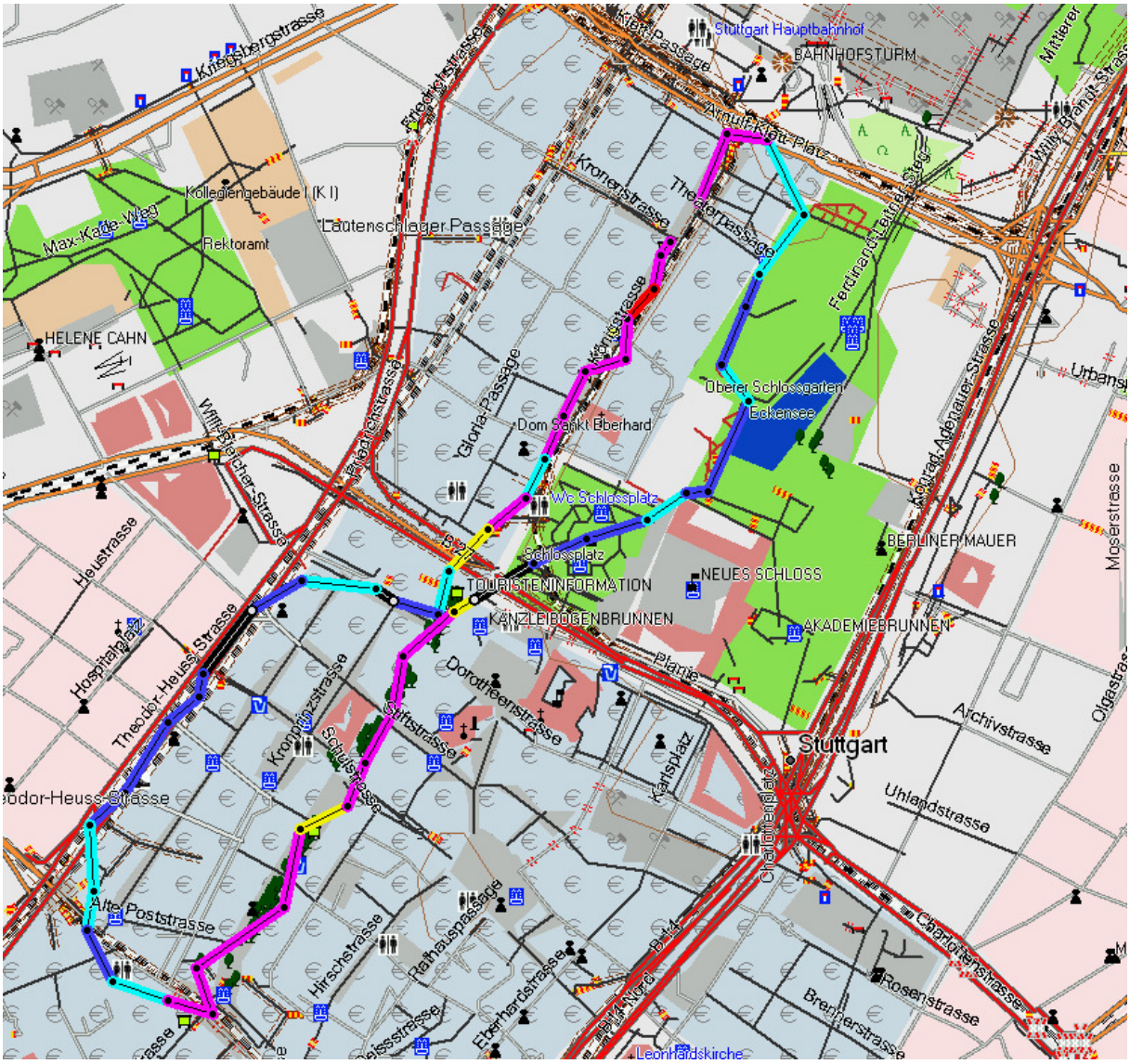

Abb. 15b: Kartendarstellung der georeferenzierten Messungen mit dem Inspector, Mapsource-Karte, Farbskalierung (rot > 0.3uSv/h, magenta > 0.25uSv/h, gelb > 0.2uSv/h, cyan > 0.15uSv/h, blau > 0.1uSv/h)

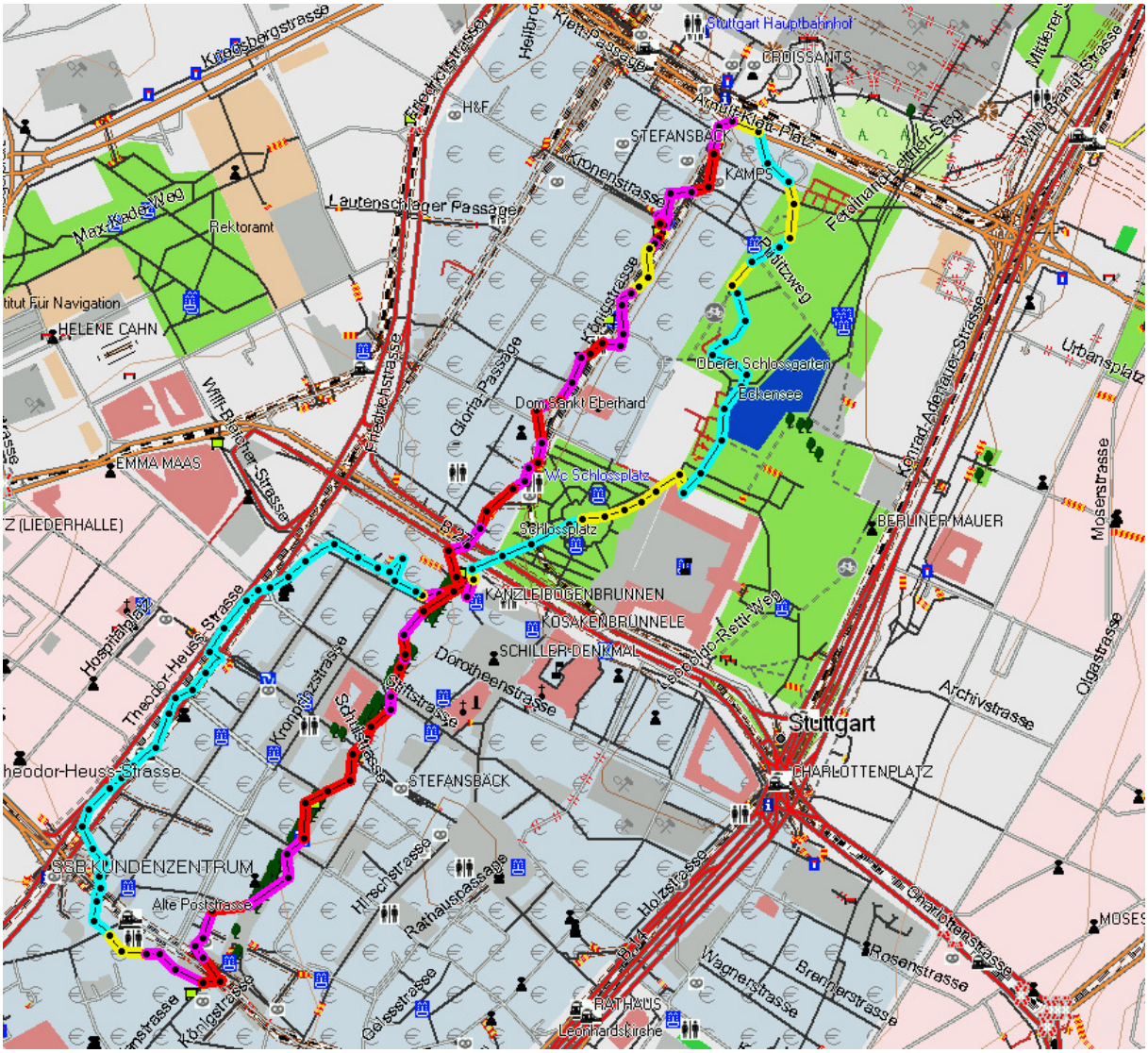

Abb. 15c: Kartendarstellung der georeferenzierten Messungen mit dem Kontazähler, Mapsource-Karte, Farbskalierung (rot > 0.25uSv/h, magenta > 0.2uSv/h, gelb > 0.15uSv/h, cyan > 0.1uSv/h, blau > 0.05uSv/h)

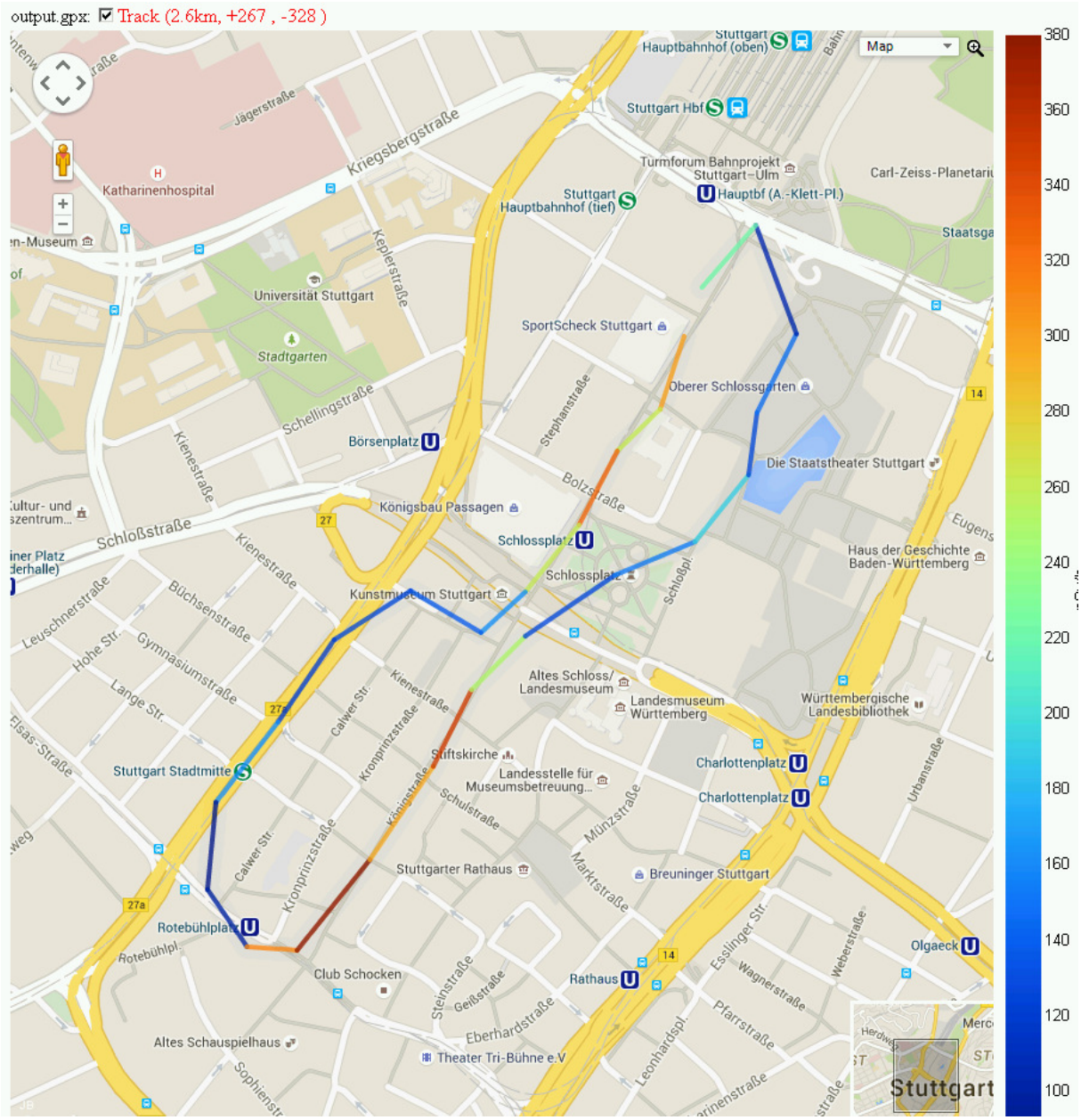

Abb. 16a: Kartendarstellung der georeferenzierten Messungen mit dem Gammascout, Google-Maps

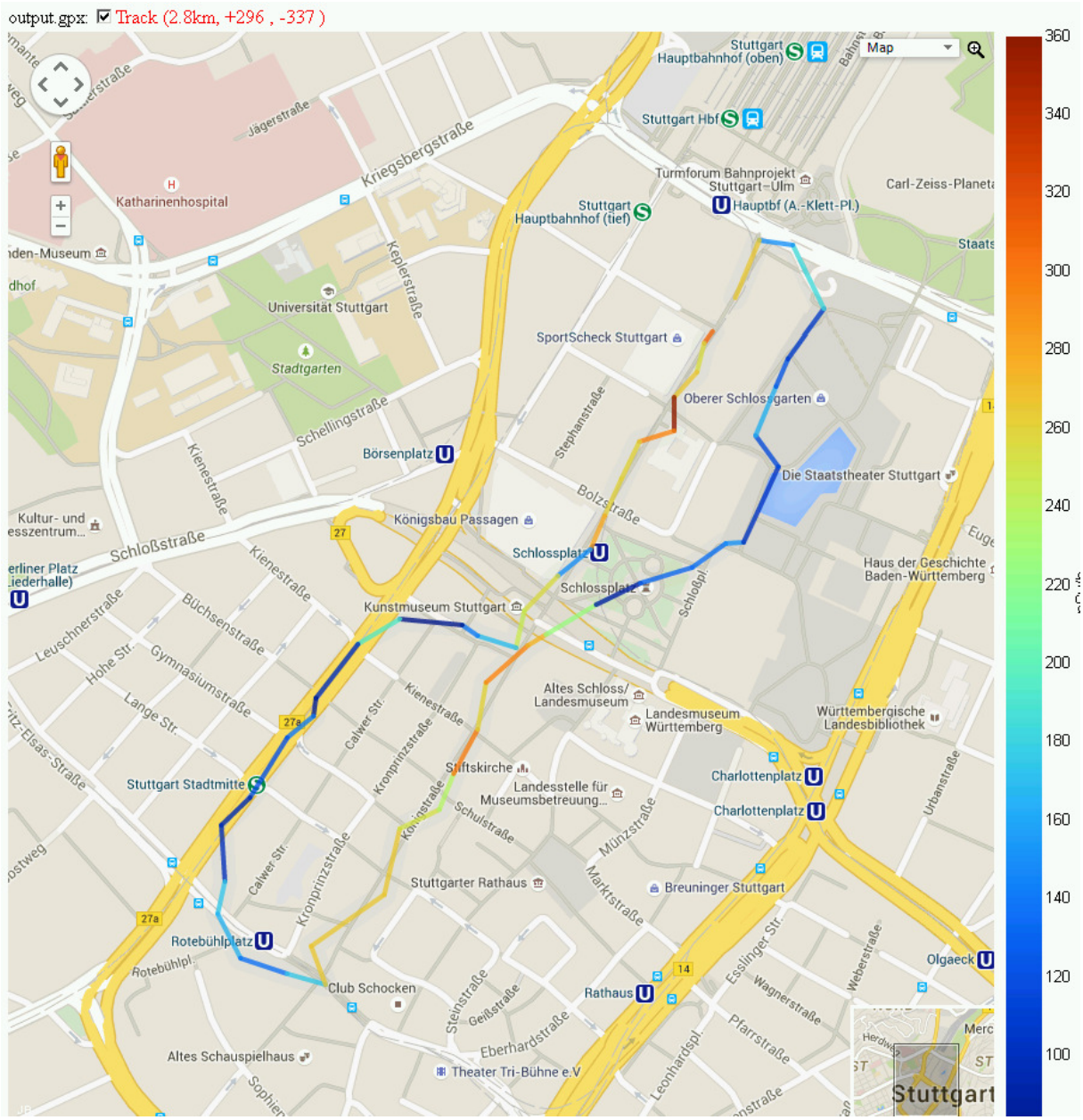

Abb. 16b: Kartendarstellung der georeferenzierten Messungen mit dem Inspector, Google-Maps

Abb. 16c: Kartendarstellung der georeferenzierten Messungen mit dem Kontazähler, Google-Maps

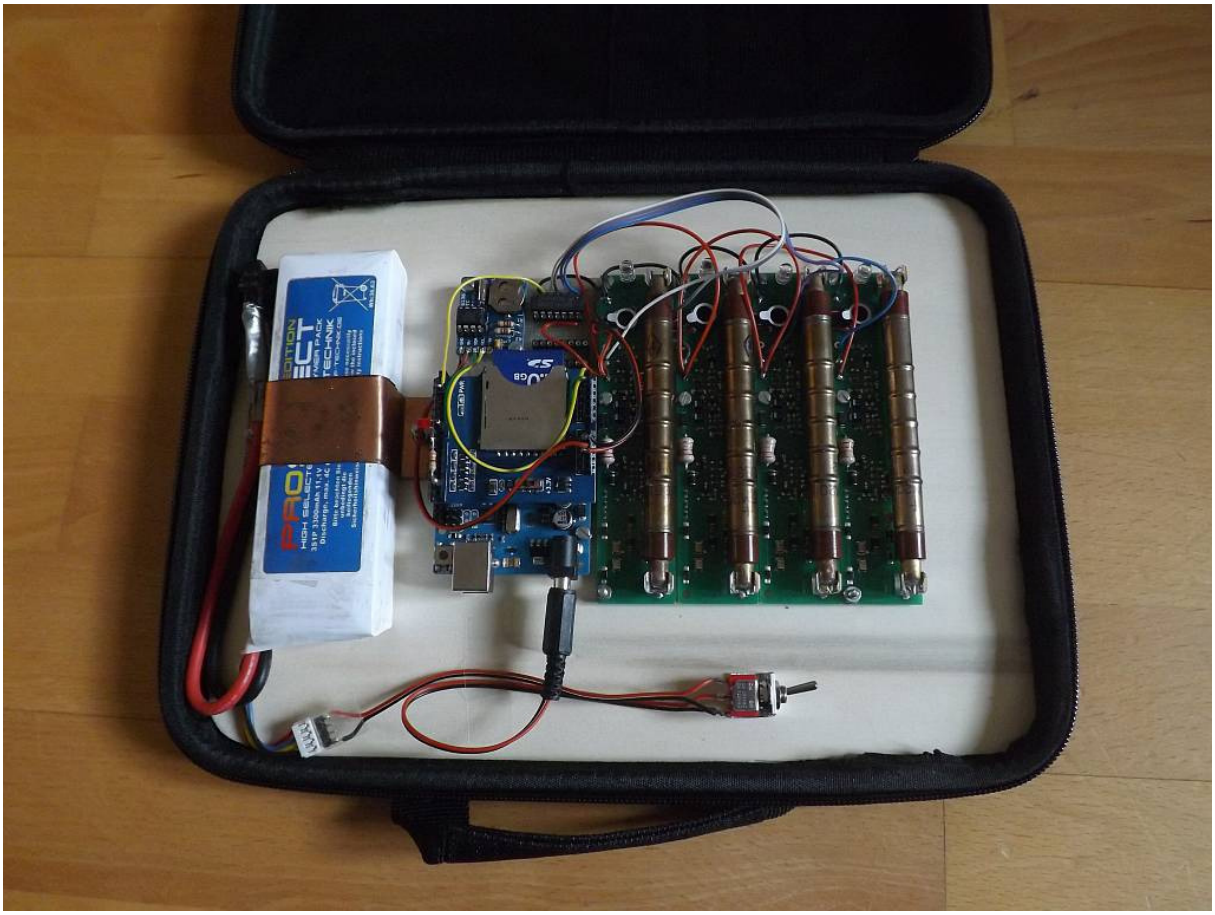

Abb. 17: der Kontazähler mit vier SBM-20 Zählrohren (SBM-20 Driver von 4N-Galaxy) und einem Arduino mit Realtime-Clock fürs Datenlogging

Unterm Strich kann man also sagen, beide kommerziellen Geräte liefern eine ihrem Preis entsprechende Leistung ab und man sollte sich an der vorherrschenden Messaufgabe orientieren, welches Gerät besser geeignet ist. Wenn man aber eine sehr spezielle Aufgabe vorliegen hat, wie z.B. das georeferenzierte Messen, dann kommt im unteren Preisbereich kein kommerzielle Messgerät an einen gutes selbstgebautes Messgerät heran.

Links

Webpräsenz des deutschen Gammascout Herstellers
http://www.gamma-scout.com/

Webpräsenz S.E. International, Hersteller des Inspector
http://seintl.com/