

Gamma-ODL Referenzpunkt „Kapelle im Höhenpark Killesberg in Stuttgart“

Bernd Laquai, 05.10.2023



Friedhofskapelle im Musterfriedhof des Höhenpark Killesberg

Einleitung

Wenn Citizen Scientists (Bürgerforscher) oder auch ganz normale Bürger eine physikalische Größe messen, machen sie sich selten Gedanken über den möglichen Messfehler, der bei ihrer Messung auftreten könnte. Wenn Messergebnisse dann in Medien und speziell in sozialen Netzwerken veröffentlicht und vielfach geteilt werden, dann kann ein Messfehler jedoch dramatische Folgen haben. Einer der häufigsten Messfehler ist dabei, dass das Messgerät eine unter Umständen erhebliche Ungenauigkeit hat.

In Deutschland ist die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) per Gesetz beauftragt hier für Ordnung zu sorgen. Aber auch die PTB tut sich in gewisser Weise schwer, zumindest bei einigen SI-Basiseinheiten, genau zu messen. Während eine für die Metrologie zuständige nationale Behörde, so wie die PTB in Deutschland, die Zeit auf etwa 10^{-14} Sekunden genau messen kann, ist die Ungenauigkeit bei einer Strahlungsmessung, wie beispielsweise der Messung der Lichtstärke im sichtbaren Bereich, nur noch in der Größenordnung von 10^{-3} Candela möglich. In den Anfangszeiten verwendete man für so eine Messung tatsächlich, wie der Name der Einheit andeutet, ein Flammennormal, die sogenannte „Hefner-Kerze“. Heute kommen dagegen Laser zum Einsatz, aus deren Linienspektrum monochromatisches Licht mit 540THz ausgefiltert und mit helium-gekühlten Kryoradiometern und „Trap“-Detektoren vermessen wird. Der Aufwand für die Herstellung von „Lichtnormalen“, also von

Referenzquellen, die dann an Eichstellen ausgegeben werden können, ist daher gewaltig und immer noch nicht so ganz genau, wie man sich das denken würde /1/, /2/.

Aber auch die Messung der im Strahlenschutz verwendeten Größe der Äquivalentdosis in der Einheit „Sievert“ ist eine erhebliche Herausforderung, auch für die PTB, und noch viel mehr für normale Bürger. So ist es schwer für unter 1500Euro ein Messgerät zu kaufen, das eine spezifizierete Genauigkeit von unter 20% hat. Im Vergleich zur Quarzuhr verwundert das. Aber die Äquivalentdosis ist, genau wie die Lichtstärke eine physikalische Strahlungsgröße, die hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Menschen bewertet wird. Sie wird aus der Energiedosis, die in den SI-Einheiten Länge und Zeit ausgedrückt werden kann, über ein komplexes biomedizinisches Bewertungssystem abgeleitet und ist schon von daher auch von der PTB nicht so genau bestimmbar, wie z.B. die Zeit. Das gleiche gilt auch ganz speziell für die Ortsdosis, also die „Äquivalentdosis in Weichteilgewebe gemessen an einem bestimmten Ort“, eine Größe, die im Strahlenschutz eine sehr große Rolle spielt.

Im Falle der Messung der Zeit hat sich ein durchschnittlicher Bürger jedoch längst daran gewöhnt, dass die von einer einmal richtig eingestellten guten Quarzuhr abgelesene Zeit auch nach Tagen noch im Sekundenbereich genau ist. Und eine DCF-77 Funkuhr bleibt erfahrungsgemäß sogar über die gesamte Lebensdauer im Sub-Sekundenbereich genau. Werden aber im Zusammenhang mit den nuklearen Unfällen in Tschernobyl oder Fukushima von den Behörden oder sogar von besorgten Bürgern selbst Ortsdosisleistungen gemessen, dann ist den meisten Menschen völlig unklar, wie groß der Messfehler sein kann, obwohl sehr hohe Erwartungen an die Genauigkeit solcher Angaben gestellt werden, weil sie z.B. in erheblicher Weise gesundheitsrelevant sein können. Während professionelle Strahlenschützer auf Normale der PTB und auf Prüfstrahler, die von akkreditierten Stellen mit geeichten Messgeräten vermessen werden, zurückgreifen können, scheitert das für Bürgerforscher und sonstige Privatpersonen an den hohen Kosten und an den strahlenschutzrechtlichen Umgangsgenehmigungen, die dafür erforderlich wären. Die Folge ist dann eben oft, dass neben sonstigen Fehlern, die z.B. in der Messmethodik gemacht werden, die Messwerte der verwendeten Messgeräte, oft mit erheblichen gerätebedingten Fehlern behaftet sind, ohne dass der Nutzer darauf aufmerksam wird. Da jedoch das eigenständige Messen der Gamma-Ortsdosisleistung (Gamma-ODL) oft ein starkes Bedürfnis von Bürgerforschern und anderen interessierten oder besorgten Privatpersonen ist, besteht ein hoher Bedarf nach einer alternativen Lösung zur Überprüfung der Messgenauigkeit, der korrekten Funktion, sowie der Handhabung von Messgeräten, die frei im Handel erhältlich sind.

Eine mögliche Lösung wäre, dass sogenannte Gamma-ODL Referenzpunkte, die öffentlich zugänglich sind, definiert werden, und dass an diesen Stellen die Gamma-ODL von den Behörden (beispielsweise von den Landesumweltämtern) vermessen und dann veröffentlicht wird, damit die Bürger dann auch vergleichende Messungen machen können. Dies könnte erheblich dazu beitragen, dass die Möglichkeit der Verunsicherung der Allgemeinheit durch das Verbreiten von fehlerhaften Messwerten stark eingedämmt wird.

Die Anforderung an solche Gamma-ODL Referenzpunkte wäre in erster Linie, dass die dort auftretende Gamma-Ortsdosisleistung strahlenschutzrechtlich unbedenklich ist und dass deren Herkunft bekannt ist. Zudem sollten der Messort und die Messbedingungen präzise genug beschreibbar sein. Hilfreich wäre es zudem, wenn eine konkrete Anleitung zur Durchführung der Messung zur Verfügung stehen würde, ähnlich wie sie von Universitäten oder professionellen Experten für die Bürgerforscher in anderen Citizen Science Bereichen zur Verfügung gestellt werden /3/.

Für den Fall, dass die Behörden einen solchen Ansatz nicht unterstützen würden, bestände immer noch die Möglichkeit, dass Bürgerforscher selbst solche Punkte definieren und interessierte Bürger, die über ein Messgerät verfügen, dazu aufrufen eine möglichst genaue Messung dort durchzuführen. Wenn auf diese Weise viele unabhängige Messungen gemacht werden, dann kann durch Mittelung der

Messfehler einzelner Messgeräte minimiert werden und es kann ebenfalls ein recht genauer Wert entstehen (Crowdsourcing), der dazu beitragen würde, fehlerhafte Geräte oder grobe Handhabungsfehler zu erkennen. Bereits diese Vorgehensweise könnte verhindern, dass Bürger dann an anderen Stellen grob falsche Messwerte erfassen und in Umlauf bringen.

Im Fall des Crowdsourcing-Ansatzes kämen aber weitere Anforderungen an einen Referenzpunkt hinzu, um möglichst viele Bürger und Bürgerforscher zu motivieren einen solchen Ort aufzusuchen und über den Mittelungs-Effekt einen möglichst genauen Messwert zu erzeugen:

- Der Ort bzw. seine Umgebung sollte touristisch attraktiv sein
- Er sollte verkehrstechnisch gut erreichbar sein (ÖPNV, Fahrrad, Bahn, Auto)
- Die Gamma-ODL sollte möglichst deutlich über den Hintergrundwerten der Gegend liegen, aber immer noch strahlenschutzrechtlich unbedenklich sein
- Die Radionuklide, welche die erhöhte Strahlung verursachen, sollten bekannt sein
- Der Ort sollte in gewisser Weise gegen Veränderungen geschützt sein (zum Beispiel Denkmalschutz)
- Zerstörung durch Vandalismus sollte ausgeschlossen sein
- Eine Belästigung Unbeteiligter, wie beispielsweise der Anwohner sollte ausgeschlossen sein
- Die Beschreibung der Messstelle sollte präzise vorgenommen werden können

Wen es sich bei dem Referenzpunkt nicht um eine punktartige Messstelle handelt, wäre es auch möglich den Mittelwert eines möglichst genau beschriebenen Messweges, zum Beispiel auf einem Straßenpflaster, anzugeben.

Die Kapelle im Höhenpark Killesberg in Stuttgart als Beispiel für einen Gamma-ODL Referenzpunkt

Allein als Landeshauptstadt Baden-Württembergs, mit der Lage zwischen Wald und Reben, bietet die Stadt Stuttgart ein hohes touristisches Potential. Dazu kommt, dass Gottlieb Daimler zusammen mit Wilhelm Maybach in Stuttgart-Bad Cannstatt in einem Gartenhaus den ursprünglichen von Nikolaus Otto entwickelten Viertaktmotor zur Serienreife brachte und damit das erste vierrädrige Kraftfahrzeug mit Verbrennungsmotor baute. Das heißt, das Automobil wurde in Stuttgart erfunden. Das große architektonisch imposante Mercedes-Museum stellt diese Automobilgeschichte von damals bis heute in allen Details dar und ist sehenswert. Ein weiteres touristisches Highlight ist auch das Porsche Museum in Stuttgart-Zuffenhausen, in dem die sowohl die historischen wie die modernen Renn- und Sportfahrzeuge des erfolgreichen Sportwagenherstellers zu sehen sind. Ebenso attraktiv ist Stuttgart als Hauptstadt der Kunst mit der bekannten Staatsgalerie und dem Kunstmuseum, sowie der architektonisch und kulturhistorisch interessanten Weißenhofsiedlung. Stuttgart hat seinen Touristen aber auch einen weltbekannten Zoo mit historischen Gebäuden, „die Wilhelma“ zu bieten. Vom berühmten Stuttgarter Fernsehturm hat man eine grandiose Sicht auf die Stadt, auf die nahegelegene schwäbische Alb und bei gutem Wetter sogar auf die Alpen. Aber auch der lehrreiche Trümmerberg „Monte Scherbelino“, der Bismarckturm und die Grabkapelle auf dem Rotenberg bieten eine beeindruckende Sicht auf die topografisch interessant gelegene Stadt am Neckar (bzw. am heute fast unsichtbaren Nesenbach). Der beliebteste Park in Stuttgart ist der Höhenpark Killesberg, dessen gartenbauliche Gestaltung und Architektur von mehreren Gartenbauausstellungen geformt wurde und heute vor allem wegen seiner Kleinbahn, einem großen Spielplatz, einem architektonisch interessanten Aussichtsturm, einem kleinen Tiergehege und einer Blumenshow viele Familien mit Kindern anzieht. Der Höhenpark Killesberg ist in seiner Gesamtheit als Kulturdenkmal nach § 2 DschG denkmalgeschützt.

Das im Jahre 1935 noch verwastrloste Steinbruchgelände am Killesberg in Stuttgart wurde in den folgenden Jahren unter der Planung von Hermann Mattern (Garten- und Landschaftsarchitektur) und Gerhard Graubner (Bauten) im Rahmen einer gigantischen städtebaulichen Maßnahme für die pompöse Reichsgartenschau 1939 der nationalsozialistischen Regierung umgestaltet. Die Planer der Reichsgartenschau 1939 sahen etliche Gebäude und Objekte vor, die sie im Zusammenhang mit der Gartenbaukunst für interessant hielten und wovon viele bis heute erhalten sind. Dazu gehört auch ein Musterfriedhof mit Grabhügel, einer geschwungenen Friedhofsmauer und einer Friedhofskapelle. Das Mauerwerk dazu besteht aus Sandstein, wie es auch zur Geologie der obersten Schichten des Killesberg passt. Der Sandstein der Kapelle ist jedoch auffallend gelblich-weiß im Gegensatz zum rötlichen Sandstein aus den ehemaligen Steinbruch-Aufschlüssen, welche im Tal der Rosen noch zu sehen sind und – er zeigt eine gewisse natürliche Radioaktivität.

Die Idee, genau in diesem touristisch attraktiven Höhenpark nun einen Gamma-ODL Referenzpunkt in Stuttgart zu definieren, rührt daher, dass im Zusammenhang mit Gesteinsuntersuchungen im Tal der Rosen ganz zufällig festgestellt wurde, dass im Bereich der Kapelle auffällig hohe Gamma-ODL Werte messbar sind, vor allem Innern, die sehr deutlich gegenüber dem Hintergrund auf den Wiesen im Park erhöht sind. Die Messungen der Gesteinsaufschlüsse im Tal der Rosen wurden insbesondere deswegen gemacht, weil sich in Häusern der Diplomatensiedlung auf dem Killesberg, gegenüber des Höhenparks, deutlich erhöhte Radonaktivitätskonzentrationen in der Größenordnung von 1000Bq/m³ ergeben hatten. Allerdings beträgt die Gamma-ODL an den Aufschlussstellen im Tal der Rosen < 0.3uSv/h während in einem Haus der Diplomatensiedlung auf dem Felsen neben der Teilunterkellerung etwa 0.7uSv/h messbar waren. Im Zentrum des Innenbereichs der Kapelle liegt die Dosisleistung bei etwa von 0.6uSv/h (Apsis) und in Nähe des Mauerwerks erreicht sie 1uSv/h /5/, /6/. Eine Gammaspektroskopie am Mauerwerk der Kapelle zeigt das Linienmuster von natürlichem Uran /7/. Es ist also anzunehmen, dass der Sandstein der Kapelle erheblich mit Uran imprägniert ist. Ein Zusammenhang mit der Radonexhalation in der Diplomatensiedlung wäre also möglich, ist aber keinesfalls sicher. Es konnten bei den Recherchen jedenfalls keine Unterlagen gefunden werden, die belegen, dass der beim Bau der Kapelle verwendete Sandstein aus den ehemaligen Steinbrüchen des Killesberg stammt, selbst wenn dies sehr naheliegen würde.

Da das Mauerwerk eine feste Gesteinsmatrix zeigt und frei zugänglich ist, bietet es sich nun an den Gamma-ODL Referenzpunkt im Zentrum der Apsis zu definieren und zu versuchen einen möglichst genauen Gamma-ODL Wert zu bestimmen, wenn möglich mit amtlicher Hilfe. Die Bevölkerung hat mit Sicherheit ein hohes Interesse daran, spätestens sobald sich die Erkenntnis über erhöhte Gamma-ODL Werte im Höhenpark herumspricht.

Um den Referenzpunkt zu definieren, wurden die Dimensionen des Bauwerks vermessen und der beste Bereich für eine relevante und einfach wiederholbare Ortdosisleistung ermittelt. Dieser befindet sich in der Mitte beider Halbachsen der Ellipse, welche den Innenraum der Apsis beschreibt. Die kürzere Halbachse hat eine Länge von 2.4m, die längere etwa 3.7m. Gemessen werden sollte in 1m Höhe (Gonadenhöhe).

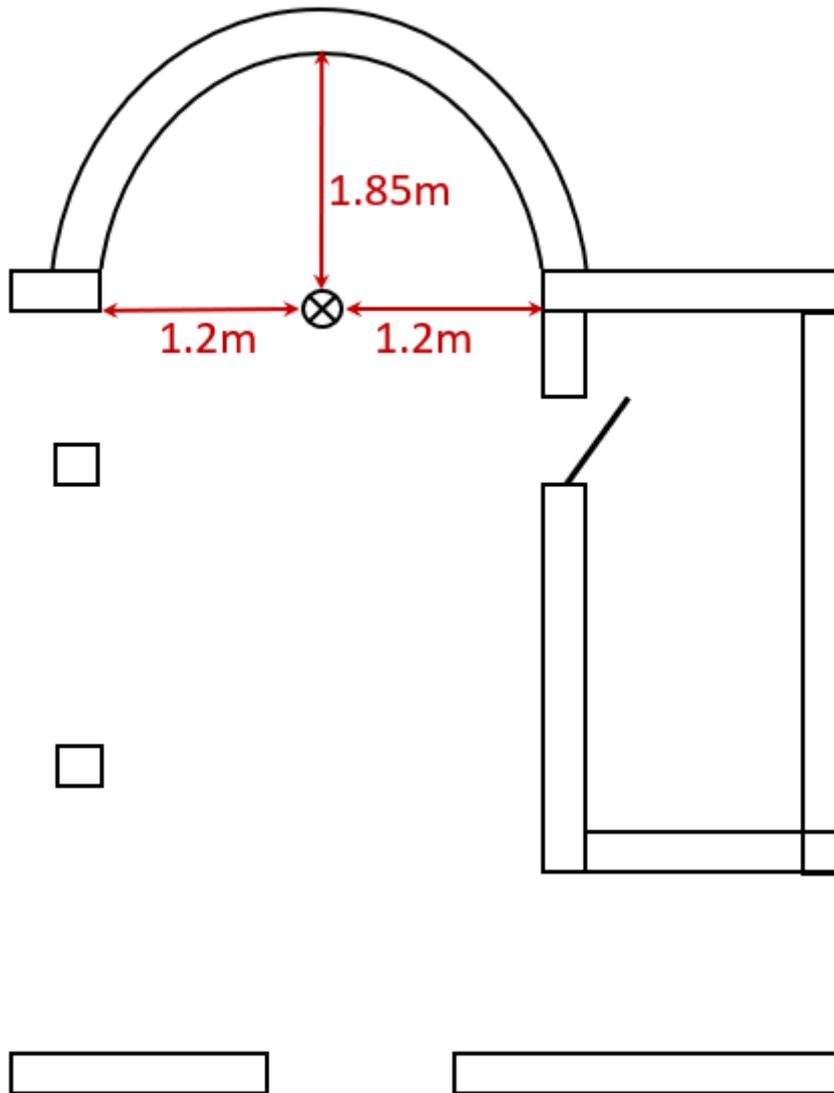


Bild 1: Schematische Zeichnung der Kapelle mit den für den Gamma-ODL Referenzpunkt relevanten Dimensionen

Es wurde nun eine erste Beispielmessung mit dem Messgerät Radiacode-101, von Radiacode Ltd. durchgeführt. Dieses Messgerät verwendet einen Szintillationsdetektor mit einem kleinen CsI Kristall (1cm^3) und weist in erster Linie eine Gamma-Empfindlichkeit und wenig Beta-Empfindlichkeit auf. Das Instrument ist nach den Angaben des Herstellers auf der Basis der spektralen Auflösung, die der Szintillationsdetektor erreicht, energiekompensiert. Spezifiziert ist das Instrument für einen Gamma-Energiebereich von 20keV bis 3MeV . Allerdings lässt die Detektor-Effizienz für Energien $> 1\text{MeV}$ stark nach, so dass angenommen werden muss, dass bei einer Messung an dem Referenzpunkt höhere Gammaenergien nicht mehr in relevanter Weise in das Messergebnis der Ortsdosisleistung eingehen. Für Unat. ist jedoch der Bereich, in dem mit wesentlichen Dosisleistungskomponenten zu rechnen ist, gut abgedeckt. Das Gerät wurde für die Messung auf einem Fotostativ befestigt und in 1m Höhe auf den Referenzpunkt in der Apsis der Kapelle justiert.

Das Messinstrument zeigt nun im Referenzpunkt einen Wert von $0.63\mu\text{Sv/h}$ bei einer Genauigkeit von 15% für die Ortsdosisleistung an, sowie einen Wert von 55.1cps für die Zählrate. Auf den Wiesen des Killesberg zeigt das Gerät dagegen einen Wert von $0.07\mu\text{Sv/h}$ für die Ortsdosisleistung und einen Wert von 5.8cps für die Zählrate an.

Da von anderen Anwendern des RC-101 von einer guten Übereinstimmung für unterschiedliche Strahlungsquellen an anderen Orten auch im Vergleich zu etlichen anderen Messgeräten, unter anderem zu Profimessgeräten wie z.B. dem Automess 6150AD, berichtet wird, sei hier angenommen, dass der Wert von 0.63uSv/h bereits nahe am wahren Wert für die Gamma-ODL an dem Referenzort liegt.



Bild 2a, b: Positionierung des Radiacode-101 im Referenzpunkt und angezeigte Gamma-Ortsdosisleistung

Nun wurden aber noch zwei weitere vergleichende Messungen mit anderen Messinstrumenten und anderer Detektor-Technologie durchgeführt. Eine Messung mit dem Inspector der amerikanischen Firma SE International, und die andere Messung mit dem Gammascout der gleichnamigen Firma. Der Inspector verwendet ein Pancake-Zählrohr des Typs 7317 von LND Inc. mit 44.5mm Durchmesser, der Gammascout ein Geiger-Müller Zählrohr mit Mica-Fenster vom Typ 712 ebenfalls von der amerikanischen Firma LND Inc., welches einen Durchmesser von 9.1mm und eine Länge von 38.1mm aufweist. Beide Geräte sind für Alpha, Beta und Gamma Strahlung empfindlich, jedoch nicht energiekompensiert, sondern nur auf die 662keV Linie einer Cäsiumprobe werkseitig kalibriert.

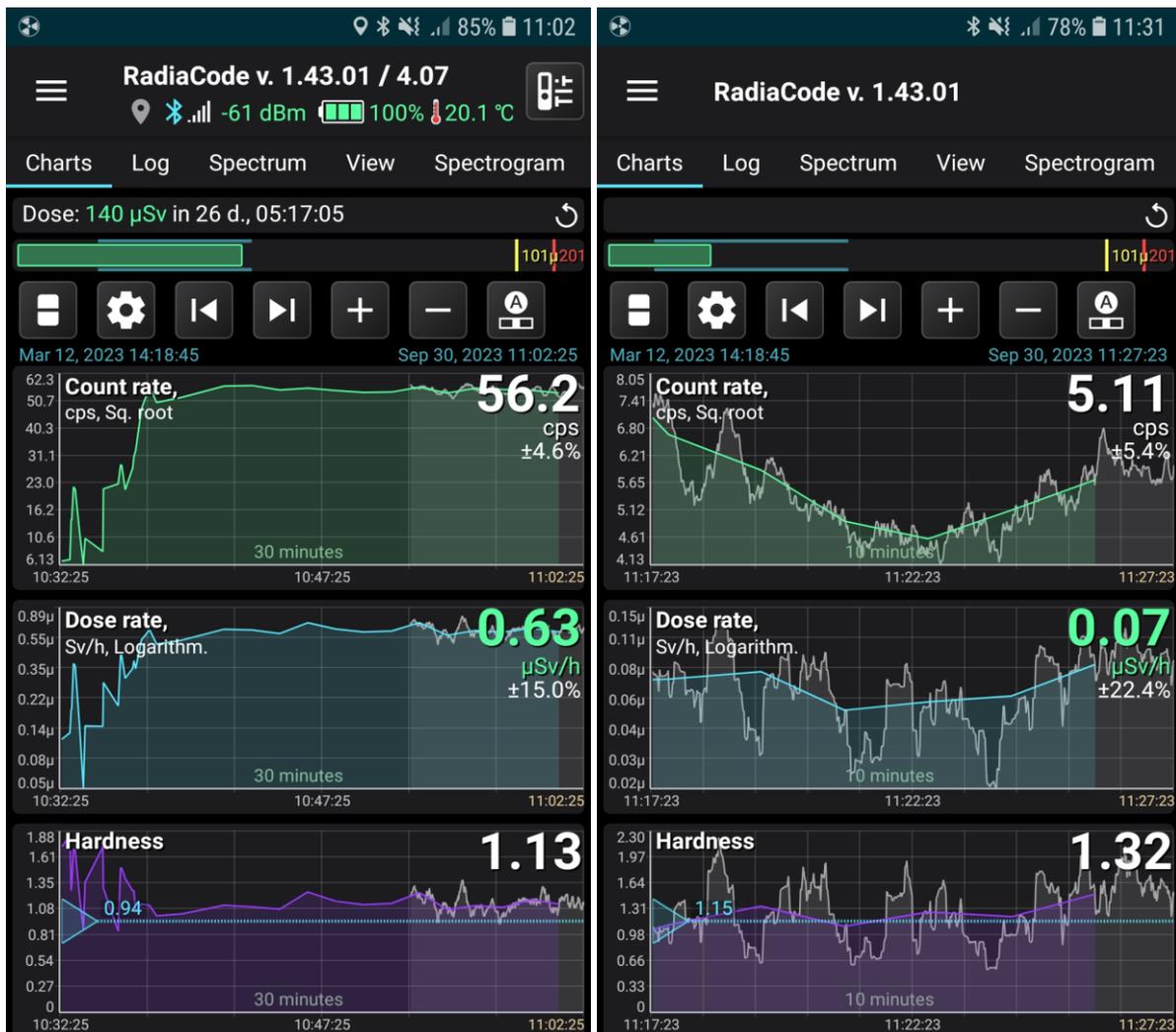


Bild 3a, b: Messergebnisse in der Chart-Darstellung der Android-App zum Radiacode-101

Es zeigt sich nun, dass es nicht allzu schwer ist, an dem Referenzpunkt eine Displayanzeige für beide Zählrohr-Messgeräte mit ungefähr demselben Wert wie beim RC-101 zu erreichen, wenn man lange genug wartet. Das erweckt nun den Anschein, dass alle Messgeräte in etwa denselben Messwert liefern und scheinbar eine Übereinstimmung herrscht. Doch dieser Eindruck täuscht etwas. Denn schaut man genau hin, bemerkt man, dass vor allem die Displayanzeige des Gammascout, die alle zwei Sekunden aufgefrischt wird, erheblich variiert. Auch der Inspector zeigt eine gewisse Streuung, die jedoch nicht ganz so hoch ist wie beim Gammascout. Da man nun durch den Quasi-Referenzwert des RC-101 eine gewisse Erwartungshaltung hat, vertraut man instinktiv einem Anzeigewert, der in der Nähe des Referenzwerts liegt und beachtet die Streuung nicht. Dies kann zu einem erheblichen Messfehler führen. Da Messgeräte für die Messung der Ortsdosisleistung in der Regel auf einer zählenden Messung beruhen, hängt ein Anzeigewert insbesondere bei kurzen Zählintervallen erheblich von der Messzeit ab. Aufgrund der geringeren Zählrate des Gammascout im Vergleich zum Inspector macht sich dieser Effekt bei einer Ortsdosisleistung von etwa $0.6\mu\text{Sv/h}$ und einem Zählintervall von 2 Sekunden für die Displayanzeige des Gammascout besonders stark bemerkbar. Der Inspector verwendet dagegen eine Display Aktualisierung von 3 Sekunden mit einer einstellbaren Mittelungszeit über die Anzeigewerte hinweg, daher ist die Streuung der Display-Anzeige deutlich geringer. Beim RC-101 liegt die Zählrate um mehr als einen Faktor 10 höher und fällt daher noch viel weniger ins Gewicht.

Beim Gammascout (wie beim Inspector) kann jedoch eine Messzeit, über die gemittelt wird, eingestellt werden, wenn man den internen Messwertspeicher für die Aufzeichnung der Messdaten verwendet.

Um den Einfluss der Messzeit zu demonstrieren, wurde beim Inspector am Referenzpunkt in der Kapelle die Messzeit nach einer gewissen Dauer von 5 Sekunden auf 60 Sekunden verändert. Nach dem Auslesen des Messwertspeichers wird dieser Effekt auf die Streuung der Messwerte nun dramatisch sichtbar. Im Fall der 60 Sekunden Messzeit reduziert sich die Streuung des Messwerts sehr deutlich (theoretisch um den Faktor 3.5). Das bedeutet, dass bei Referenzmessungen immer darauf geachtet werden sollte, dass die Messzeit bezogen auf die Zählrate ausreichend groß gewählt wird und mit angegeben werden sollte.

Der Gammascout liefert nun für den Referenzpunkt in der Kapelle eine über die gesamte Messzeit gemittelte Ortsdosisleistung von 0.77uSv/h, und für den Hintergrund des Parks, auf der Wiese im Tal der Rosen, einen Ortsdosisleistungs-Wert von 0.11uSv/h. Der Inspector liefert dagegen für den Referenzpunkt in der Kapelle eine über die gesamte Messzeit gemittelte Ortsdosisleistung von 0.56uSv/h und für den Hintergrund des Parks, einen Wert von 0.15uSv/h (siehe Zusammenfassung).

Man kann jetzt also erkennen, dass sich diese Werte doch spürbar von den Werten den RC-101 unterscheiden. Während der Gammascout die Ortsdosisleistung am Referenzpunkt im langen Mittel höher als der RC-101 misst, liegt der Inspector niedriger. Auf der Wiese im Tal der Rosen liegen beide Zählrohr-Instrumente über dem RC-101, wobei der Inspector hier den höchsten Wert liefert. Alles in allem aber liegen die Messgeräte doch noch brauchbar nah beieinander, wenn man bedenkt, dass die Geräte in der Preisklasse unter 1500Euro liegen. Da jedoch der RC-101 eine Energiekompensation verwendet und zudem mit der gemessenen Gamma-Ortsdosisleistung in der Mitte zwischen beiden Zählrohr-Messgeräten liegt, sei hier nun angenommen, dass die 0.63uSv/h des RC-101 der genaueste Wert für den Referenzpunkt ist. Strahlenschutzrechtlich betrachtet würde das bedeuten, dass man sich an diesem Ort in der Kapelle mehr als 4.9 Stunden an jedem Tag des Jahres aufhalten müsste, damit der Grenzwert von 1mSv für die Allgemeinbevölkerung an zusätzlicher Belastung erreicht werden würde. Dass dieser Fall eintritt, kann daher selbst bei sehr regelmäßigen Parkbesuchen ausgeschlossen werden. Von daher wird man von einer strahlenschutzrechtlichen Unbedenklichkeit ausgehen können.



Bild 4: Täuschende Displayanzeige der Zählrohr-Messgeräte

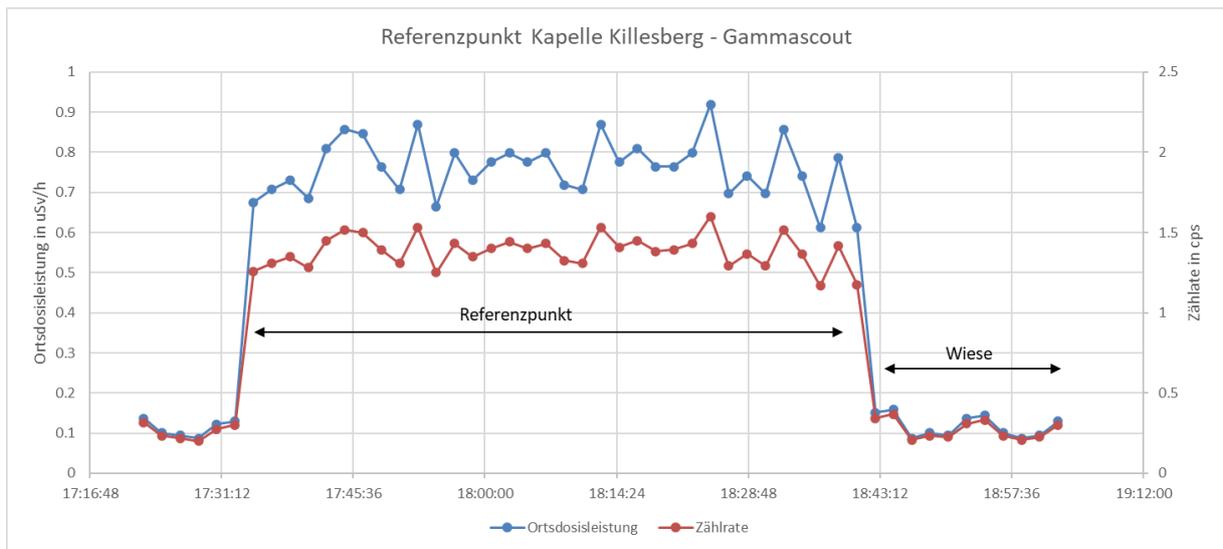


Bild 5: Gespeicherte Messwerte des Gammascout am Referenzpunkt und auf der Wiese im Tal der Rosen (Mittelungs-Intervall 2 Minuten)

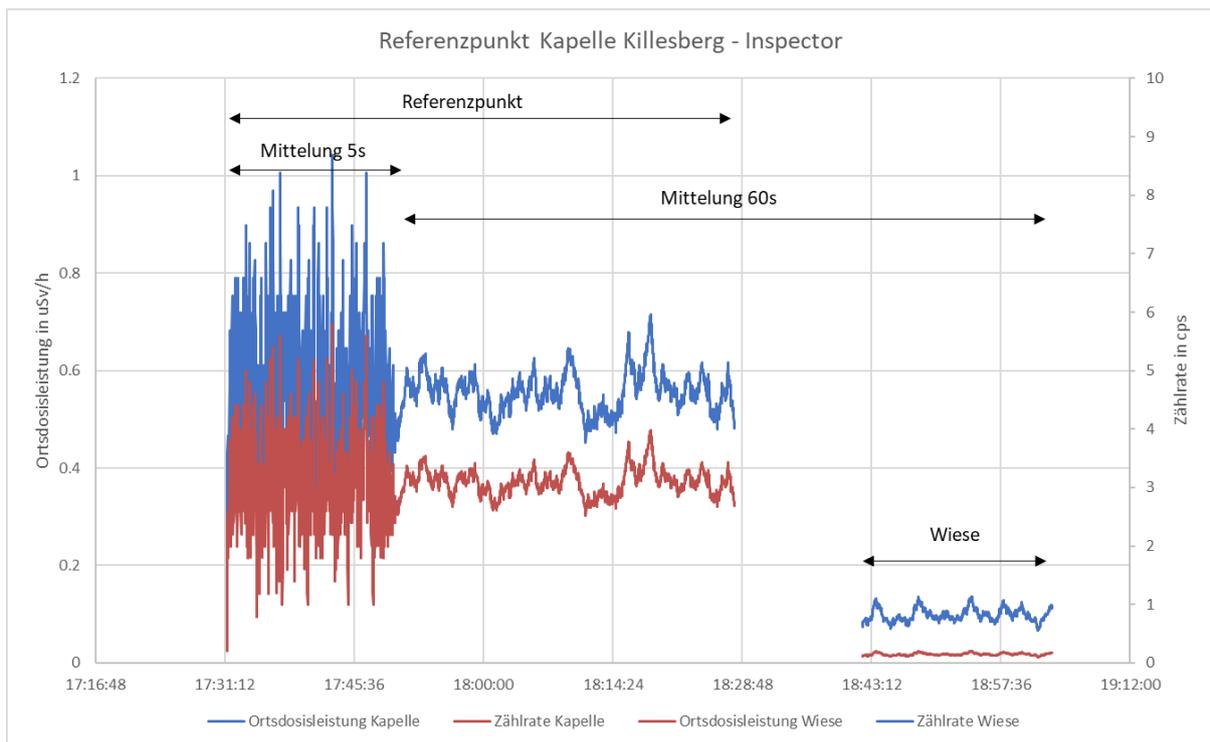


Bild 6: Gespeicherte Messwerte des Inspector am Referenzpunkt und auf der Wiese im Tal der Rosen (Mittelungsintervall anfangs 5 Sekunden später 60 Sekunden)

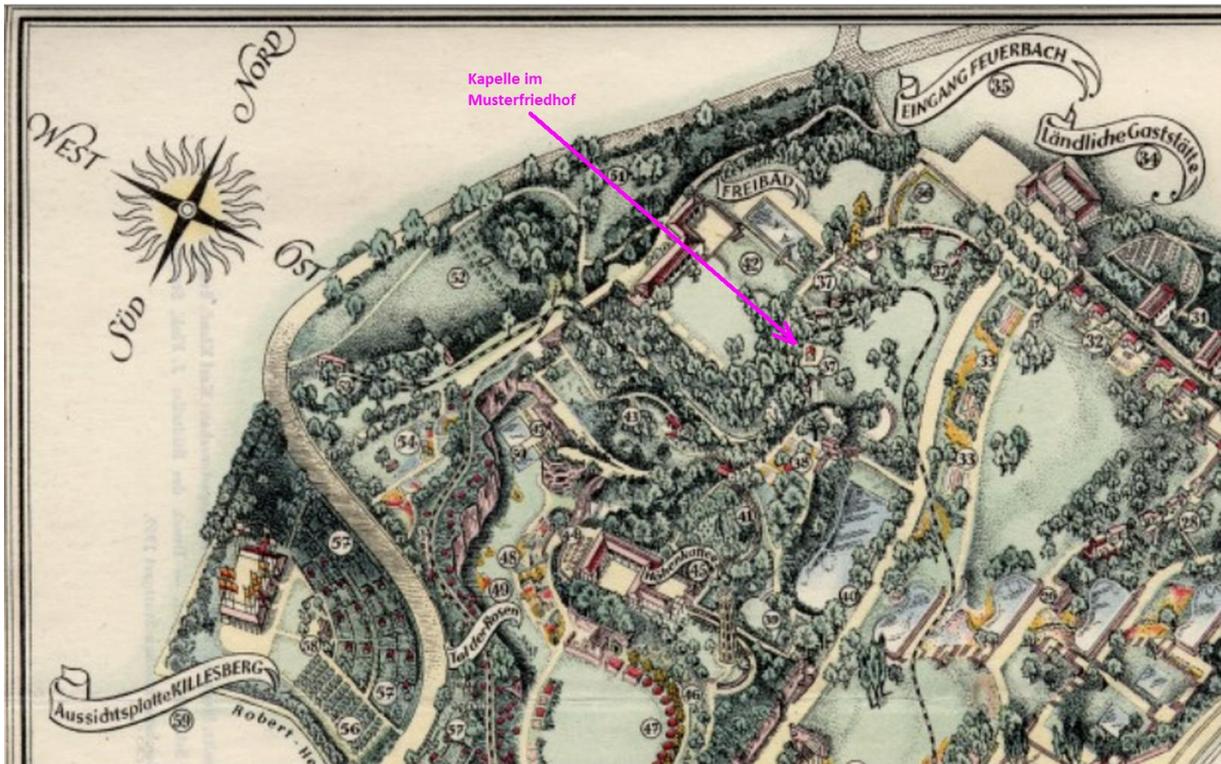


Bild 7: Historischer Planausschnitt eines Werbeplakats zur Reichsgartenschau 1939 in dem die Kapelle im Musterfriedhof eingezeichnet ist

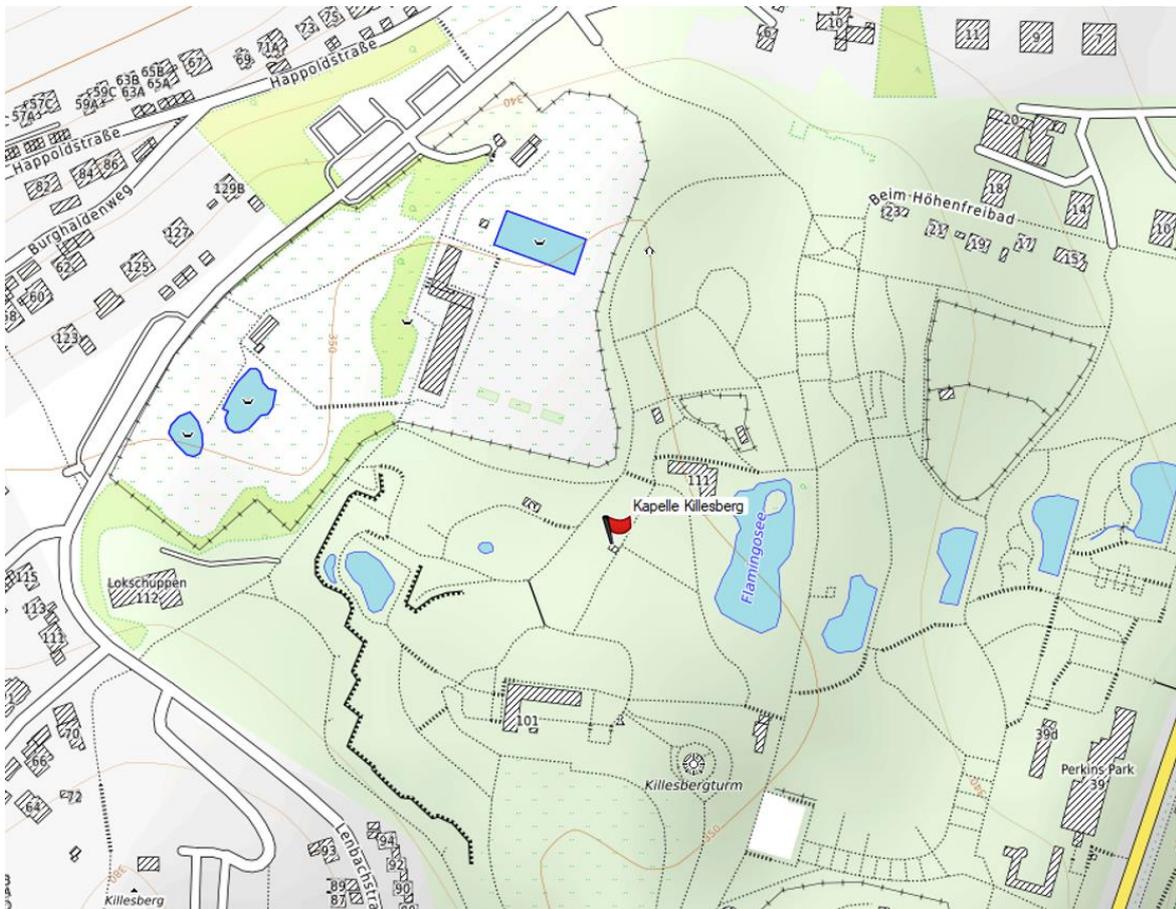


Bild 8: Lage der Kapelle im heutigen Höhenpark (Openstreetmap)



Bild 9a: Apsis der Kapelle von außen



Bild 9b: Apsis der Kapelle von innen

Zusammenfassung der beispielhaften Messergebnisse

Messinstrument	Detektor-Technologie	Ortsdosisleistung Referenzpunkt [uSv/h]	Zählrate Referenzpunkt [cps]	Messzeit Referenzpunkt [hh:mm:ss]	Ortsdosisleistung Wiese [uSv/h]	Zählrate Wiese [cps]	Messzeit Wiese [hh:mm:ss]
Radiacode-101	Szintillationsdetektor Csi-Kristall 1cm ³	0.625	55.1	00:24:02	0.069	5.8	00:09:09
Gammascout	Endfensterzählrohr LND 712	0.768	1.39	01:02:00	0.111	0.26	00:14:00
Inspector	Pancake-Zählrohr LND7317	0.556	3.10	00:56:34	0.148	0.82	00:21:05

Geoinformationen zum Park

Lage der Kapelle: N48.806383 E9.170617, Nähe Milchbar und Flamingoteich

Eingänge

Haupteingang Höhenpark Killesberg N48.799358 E9.170925
 Cannstatter Eingang Maybachstraße N48.807590 E9.176598
 Eingang beim Freibad N48.808643 E9.171577
 Eingang Stresemannstraße N48.804343 E9.174548
 Eingang Lenbachstraße N48.805826 E9.166776
 Eingang Thomastrasse N48.802077 E9.169801

U-Bahn/Bus von/zur Stadtmitte

U-Bahn Haltestelle Killesberg U5 von und in Richtung Hauptbahnhof, Schloßplatz und Leinfelden
 N48.799474 E9.170895
 Bushaltestelle Killesberg 43, 44 vom Pragsattel und Hauptbahnhof N48.799363 E9.171425
 Bushaltestelle Killesberg 43, 44 in Richtung Pragsattel und Hauptbahnhof N48.799264 E9.172861
 Bushaltestelle Linie 43 Oskar-Schlemmer-Straße N48.801009 E9.173239

Parkplätze und Parkgaragen

Parkplatz Lenbachstraße N48.808738 E9.168899
 Parkhaus Killesberghöhe N48.801116 E9.172856
 Parking Lenbachstrasse N48.806912 E9.165991
 Parkgarage Kunstakademie N48.801188 E9.175652
 Parkplatz Feuerbacher Heide N48.796797 E9.167115
 Parkplatz am Kräherwald N48.795624 E9.161585

Sehenswertes in der Nähe

Aussichtsturm Bismarckturm N48.793695 E9.161373
 Weissenhofsiedlung N48.800744 E9.177070

Literatur

/1/ Physikalisch Technische Bundesanstalt; Die Candela;

<https://www.ptb.de/cms/en/research-development/research-on-the-new-si/countdown-zum-neuen-si/die-candela.html>

/2/ Physikalisch Technische Bundesanstalt „Das System der Einheiten“ 122. Jahrgang, Heft 1, März 2012

https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/ptb_mitteilungen/mitt2012/Heft1/PTB-Mitteilungen_2012_Heft_1.pdf

/3/ Weißbuch Citizen-Science-Strategie 2030 für Deutschland

<https://osf.io/preprints/socarxiv/ew4uk/>

/4/Wikipedia: Die Reichsgartenschau 1939

https://de.wikipedia.org/wiki/Reichsgartenschau_1939

/5/ Bernd Laquai; Uran in Stuttgarts bester Lage; 2013

<http://www.opengeiger.de/GeigerCaching/UranKillesberg.pdf>

/6/ Bernd Laquai; Radon-Risikogebiete in Stuttgart; 2013

<http://www.opengeiger.de/RadonStuttgart.pdf>

/7/ Bernd Laquai; Wie kommt Uran an Stuttgarts beste Hanglagen?- Zur speziellen Radon-Problematik in Stuttgart - 2015

<http://www.opengeiger.de/RadonStuttgart/UranHanglagenStgt.pdf>

/8/ Flyer der Stadt Stuttgart zum Höhenpark Killesberg

https://www.stuttgart.de/medien/ibs/INT_Killesberg_2015.pdf