Die Pocket Geiger App auf dem Handy als Auswerte- und Anzeigeeinheit

Bernd Laquai
25.10.14

Radiation-watch.org ist eine wirklich bemerkenswerte japanische Open Source Organisation, die als Konsequenz von Fukushima sich zum Ziel gesetzt hat, auch dem Laien kostengünstig das Detektieren von Strahlung und eine ungefähre Quantifizierung als Gamma-Ortsdosisleistung zu ermöglichen. Die wesentliche Kostenersparnis wird dadurch erreicht, dass als Auswerte- und Anzeigeeinheit das Handy benutzt wird. Man steckt also den Sensor ins Handy und startet dort eine App (die Lite Version ist kostenlos), die sowohl einen Messwert wie auch eine Streuung anzeigt und es dann noch ermöglicht, diesen Wert den momentanen Geokoordinaten zu zuordnen, sofern das GPS im Handy angeschaltet ist.

In der Zwischenzeit gibt es mehrere Sensoren, die allesamt PIN Detektoren sind. Die ersten Typen basieren auch auf der BPW34 Diode, nur der neueste Typ 5 benutzt eine großflächige PIN-Diode der deutschen Firma Firstsensor aus Berlin. Schaltungstechnisch ähneln die Detektoren ganz stark der Verstärkerschaltung des Geigerle, nur die Komparatorstufe fehlt. Der Ausgang des Verstärkers wird auf den Mikrofoneingang eines Smartphone geführt. Im Smartphone führt die Pocket Geiger App dann eine doch recht komplexe Signalverarbeitung durch um sowohl die Überschreitung einer Schwelle zu implementieren, was einen Impuls als Zählimpuls wertet, als auch eine Signalfilterung sowie eine nichtlineare Störungsunterdrückung. Parallel erfolgt eine Zeitmessung woraus die Zählrate als Mittelwert bestimmt wird. Zusätzlich wird eine Konversionsfaktor verwendet, der die Zählrate, welche in cpm (counts per minute) angezeigt wird, in eine Gamma-Ortsdosisleistung in µSv/h umrechnet, wobei zusätzlich auch eine Streuung angegeben wird.

Was aber sehr elegant gelöst ist, ist die Kontrolle der Einstellparameter mit einer kleinen Oszilloskop-Ansicht des gefilterten Eingangssignals. Ganz offensichtlich erfolgt aber zuvor eine digitale Hochpassfilterung, so dass nur sehr kurze Impulse (hohe Frequenzen) durchgereicht und angezeigt werden. Tiefe Frequenzen werden unterdrückt. Für diese Hochpass-gefilterten Impulse lässt dich eine positive Schwelle einstellen, die im Einstellmenu als „Radiation-Threshold“ bezeichnet wird. Zusätzlich gibt es eine negative Schwelle, die als „Noise Threshold“ bezeichnet wird. Wenn ein Impuls in einem gewissen Zeitraum die positive und die negative Schwelle erreicht, wird er nicht als Zählpuls gezählt sondern als Störung. Ein Impuls muss also die obere Schwelle überschreiten und darf nicht kurz davor oder danach die negative Schwelle erreichen um als korrekter Zählimpuls gewertet zu werden. Dann gibt es einen Trigger Parameter, der bestimmt, wie lange der Oszilloskop-Graph dargestellt wird, damit man die Impulsformen beurteilen kann. Auf die Messung hat der Trigger-Parameter aber keinen Einfluss. Der Trigger ist aber nicht vergleichbar mit einem normalen Oszilloskop-Trigger, denn die Lage eines Impulses wird nicht zur Zeitachse synchronisiert sondern die Aufzeichnung beginnt zufällig.

Wenn man auf cpm = α*µSv tippt, dann öffnet sich ein weiteres Fenster in das man den Umrechnungsfaktor in cpm / (µSv/h) eingeben kann. Gibt man 1 ein ist die µSv/h Anzeige identisch mit der cpm Anzeige. Sehr wichtig ist auch die Reverse Input Funktion, denn wie so oft ist der 4-polige Klinkenstecker der als Ohrhörer mit Mikrofon im Handy dient, nicht einheitlich über alle Handies belegt. Die vorderen beiden Kontakte sind zwar immer die Kopfhörer-Anschlüsse, aber die folgenden 2 Ringe sind mal Masse und dann Mikrofon oder

umgekehrt, je nach Modell. Wenn das also gerade mal vertauscht ist, dann kann man mit dieser Funktion die Polarität rumdrehen. Das ist unbedingt nötig, denn ein Zählimpuls wird ja richtungsabhängig gewertet.

Die Calibration, welche die Schwellen automatisch einstellen soll, ist schwer zu durchschauen. Ein sichtbarer Einfluss war nicht zu erkennen, möglicherweise funktioniert diese Option nur bei einem Sensor von radiation-watch.org . Die Default Taste erzeugt dann schließlich Werte wie sie vermutlich im Mittel auf einen der Original-Sensoren passt. Dabei werden die Schwellen sehr eng gesetzt. Bei den Versuchen, die im Folgenden beschrieben sind, zeigte sich, dass es günstiger ist, mit einem Radiation Threshold von etwa 25% und einem Noise-Threshold von 100% (Rausch-Unterdrückung praktisch ausgeschaltet) zu beginnen.

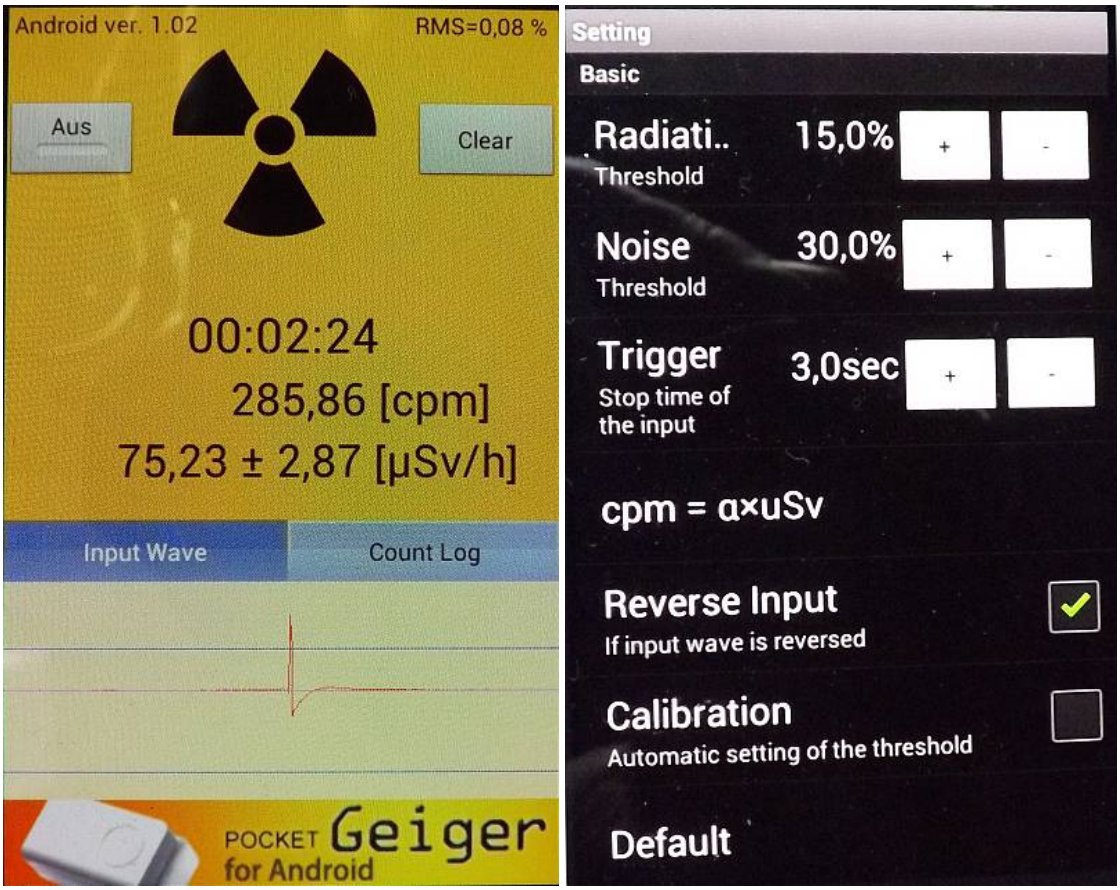

Abb. 1: Anzeige-Grafik und Einstellungs-Menu

Wenn man das alles einmal verstanden hat, dann ist es auch nicht mehr schwer, diese App für andere Strahlungsdetektoren als universelle Anzeige für die Radioaktivität einzusetzen, wenn man keine eigene Softwareentwicklung für einen Mikrocontroller oder ähnliches machen möchte. Für die meisten Sensoren, die einen digitalen oder analogen Zählimpulsausgang besitzen und nicht der Original-Schaltung von radiation-watch.org folgen, ist allerdings eine kleine Anpassschaltung nötig. Dabei muss man die Geräte unterscheiden, die lediglich eine analog-digital Umsetzung mit einem Komparator machen und die Zählpulse nicht verlängern, von denen, die einen digitalen Ausgang haben, der einen hörbaren Knack liefern und zu diesem Zweck die Zählpulse verlängern, wie zum Beispiel die Stuttgarter Geigerle Schaltung.

Ganz grundsätzlich sollte man die ersten Versuche natürlich nicht gerade mit dem wertvollen neuen Smartphone machen, das man gerade erst teuer erstanden hat. Der Mikrophoneingang eines Smartphone hat einen recht empfindlichen Verstärker, der leicht überlastet ist und schnell kaputt gehen kann, wenn man zuviel Spannung anlegt. Oft werden parallel zum Wechselspannungssignal des Mikrophons auch noch Gleichspannungen als Steuersignale über den gleichen Anschluss übertragen, denen man auch nicht in die Quere kommen sollte. Austesten sollte man daher die Anpassschaltung an einem alten Gerät. Da es die App für IOS und Android gibt, hat man eine gewisse Auswahl.

Das wichtigste Teil der Anpassschaltung ist eine Kapazität von etwa 1µF, mit der man sicherstellt, dass keine Gleichspannung auf den Mikrophoneingang gelangt. Da der Mikrophoneingang im Smartphone unterschiedlich verstärkt wird, sollte man die Ausgangsspannung des Sensors mit einem Poti einstellbar machen. Da die Verstärkung im Smartphone recht hoch ist, braucht man einen kräftigen Spannungsteiler. Bei einem einfachen Komparatorausgang am Sensor, der 50-200µs kurze Pulse liefert, wie beispielsweise ein Teviso-Modul oder das 4N-Galaxy Modul, reicht dazu ein 100kΩ Widerstand. Diese Anpass-Schaltung kann auch verwendet werden, wenn ein Sensor nur einen Analogausgang hat, wie zum Beispiel das Alpha-Geigerle.

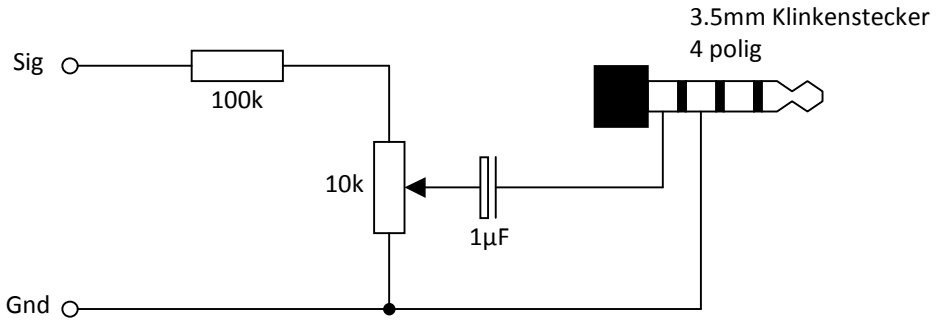

Abb. 2: Anpass-Schaltung für Strahlungssensoren mit digitalem Komparatorausgang (Teviso-Modul) oder Analogausgang

Für einen digitalen Ausgang der Pulse mit einer Dauer von mehr als 200us liefert, sollte statt des ohmschen Spannungsteilers ein Differenzierglied, das mit einer Schottky-Diode versehen ist, verwendet werden.

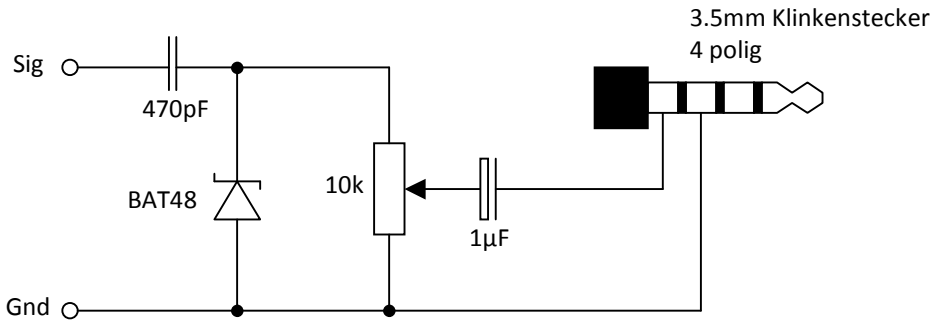

Abb. 3: Anpass-Schaltung für Strahlungssensoren mit akustischem Ausgang (Stuttgarter Geigerle)

Hintergrund ist die Hochpass-Filterung, welche von der App gemacht wird. Würde man bei Pulsen von mehr als 500us Dauer einen rein ohmschen Spannungsteiler verwenden, dann würde die App durch die Hochpassfilterung aus jeder Flanke einen Impuls generieren. Für die positive Flanke einen positiven und die negative Flanke einen negativen Impuls, die beide deutlich getrennt sind. Der negative Impuls liegt aber noch in dem Zeitfenster, in dem die App eine Rauschunterdrückung mit dem Noise-Threshold macht. Damit würden diese Pulse nicht gezählt werden.

Das Verhalten kann man aber austricksen, indem man dasselbe schaltungstechnisch nachmacht und den negativen Impuls unterdrückt. Das bewerkstelligt das Differenzierglied mit Schottky-Diode. Das Differenzierglied aus 470pF und Poti wirkt wie ein Hochpass und erzeugt am Poti einen positiven und einen negativen Impuls für die steigende und die fallende Flanke. Die negative Flanke wird aber von der Schottky-Diode (möglichst kleine Schwellspannung) kurzgeschlossen und somit unterdrückt. Damit hat man aus dem langen Puls wieder einen kurzen gemacht, der jetzt von der App auch richtig gezählt wird.

Was man zu dem 4-poligen 3.5mm Klinkenstecker der bei Smartphones als Ohrhöreranschluß mit Mikrophon verwendet wird, wissen sollte, ist die Tatsache, dass Masse und Mikrophoneingang bei manchen Smartphones vertauscht sind. Das ist nicht weiter schlimm, da der 1uF jede Art von Gleichspannung von der Sensorseite her abtrennt und die App die Reverse Funktion hat, mit der man die Polarität wieder richtig stellen kann.

Es ist aber durchaus sinnvoll, die Funktion der App und die Anpassschaltung erst mal mit einem bekannten Signal zu testen. Dazu eignet sich beispielsweise ein Pulsgenerator an dem man sehr kurze Pulsweiten einstellen kann, oder man programmiert sich einen Arduino Ausgang entsprechend. Für die meisten Sensoren sollte man bei diesem Test eine Pulsweite zwischen 100 und 200µs und eine Periode von 1 Sekunde einstellen.

```
int outPin = 5;                 //uses dital pin 5 as output

void setup()
{
  pinMode(outPin, OUTPUT);      // sets the digital pin as output
}

void loop()
{
  digitalWrite(outPin, HIGH);   // sets the pin on
  delayMicroseconds(200);   // pauses for 200 microseconds
  digitalWrite(outPin, LOW);    // sets the pin off
  delay(1000);        // pauses for 1sec
}
```

Abb. 4: Kleines Arduino-Programm um künstliche Zählpulse mit bekannter Signalform zu erzeugen.

Speist man ein solches Testsignal durch die Anpass-Schaltung mit ohmschem Spannungsteiler in das Smartphone ein und startet die App, dann sollte man in der Input Wave Grafik immer wieder einen Puls wie in Abb. 1 sehen, der aber nicht notwendigerweise immer in der Mitte liegen muss. Wenn man Trigger auf 3s setzt, dann wird die Input Wave alle drei Sekunden neu dargestellt. Da die App in der Einheit cpm misst, müssen ungefähr

60cpm entstehen, wenn das Testsignal mit der Frequenz von 1Hz erzeugt wird (Periode 1 Sekunde).

Auch ein SBM-20 Driver Modul der Firma 4N-Galaxy lässt sich problemlos anschließen. Die Tatsache, dass die Pulse low-aktiv sind stört nicht, das kann mit der Reverse-Funktion entsprechend korrigiert werden. Allerdings liefert das SBM-20 Zählrohr viel zu viel Impulse wenn man es komplett auf eine Uranglasur mit ungefähr 75µSv/h an der Oberfläche stellt. Rein rechnerisch kann man bei einem SBM-20 grob von 175cpm pro µSv/h ausgehen. D.h. bei 75µSv/h wären das über 10000cpm, das kann dann die App nicht mehr leisten. Das SBM-20 ist für so einen Strahler deutlich zu empfindlich um mit dieser App noch richtig zu arbeiten. Man muss also etwas Abstand zur Uranglasur halten, dass die Anzeige glaubhaft wird. Aber schon in einigen cm Entfernung von der Seite her (schlechte Ausleuchtung des Zählrohrs) beruhigt sich das Modul deutlich und die App kommt wieder mit. Das 4N-Galaxy Modul ist zusammen mit dieser App also eher als empfindliches Kontaminations-Messgerät für schwache Radioaktivität einsetzbar, das kann man hier deutlich sehen. Aber grundsätzlich kann man sagen, dass beide Module Teviso und 4N-Galaxy eine sehr ähnliche Impulsform als Input Wave abliefern. Es ist ein scharfer positiver Peak gefolgt von einem sanften aber etwas längerem negativen Unterschwinger.

Wenn man nun den Stuttgarter Geigerle Ausgang über die Anpassschaltung mit Differenzierglied anschließt, dann sieht man vor oder hinter dem typischen positiven Peak mit leichtem negativen Unterschwinger noch einen schwachen negativen Peak, je nach dem wie die Diode gepolt wurde bzw. wie die Belegung des Mikrophonanschlusses am Klinkenstecker des verwendeten Smartphones aussieht. Hier wurde die erste Flanke durch die Diode unterdrückt und der Peak der zweiten Flanke als positiver Peak durchgelassen. Der Poti und die Parameter im Einstellmenu der App wurden so eingestellt, dass die untere blaue Schwelle, welches die Noise-Schwelle ist, noch genug Abstand zu den negativen Peaks hat und die obere Schwelle, die als Zählschwelle dient, sicher überschritten wird. Damit zählt die App auch die Pulse des Stuttgarter Geigerle richtig. Zusammen mit dem Stuttgarter Geigerle (hier wurde nur ein grober Konversionsfaktor von 3 eingestellt) hat die App dann auch kein Problem die Uranglasur zu messen.

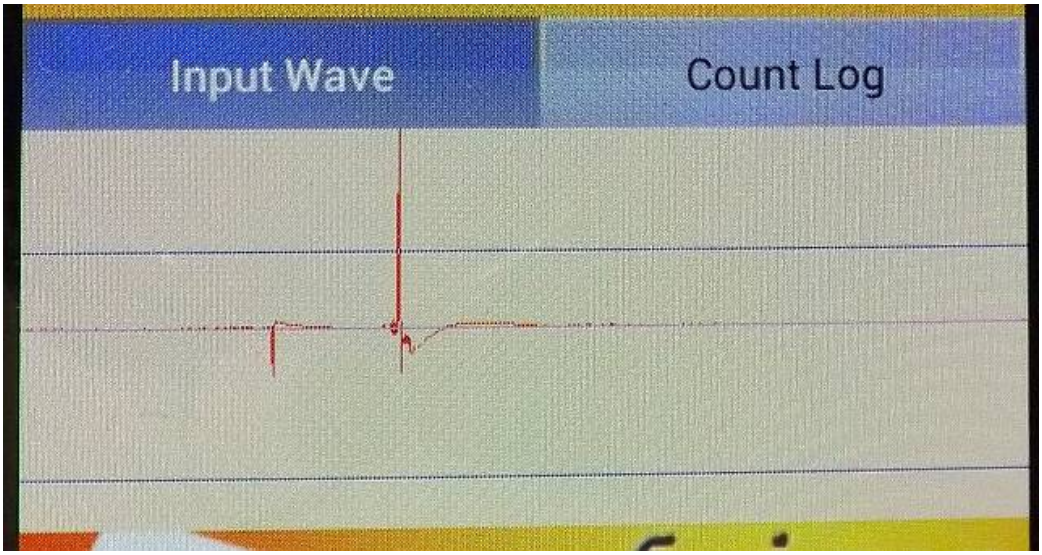

Abb. 5: Input Wave beim Stuttgarter Geigerle

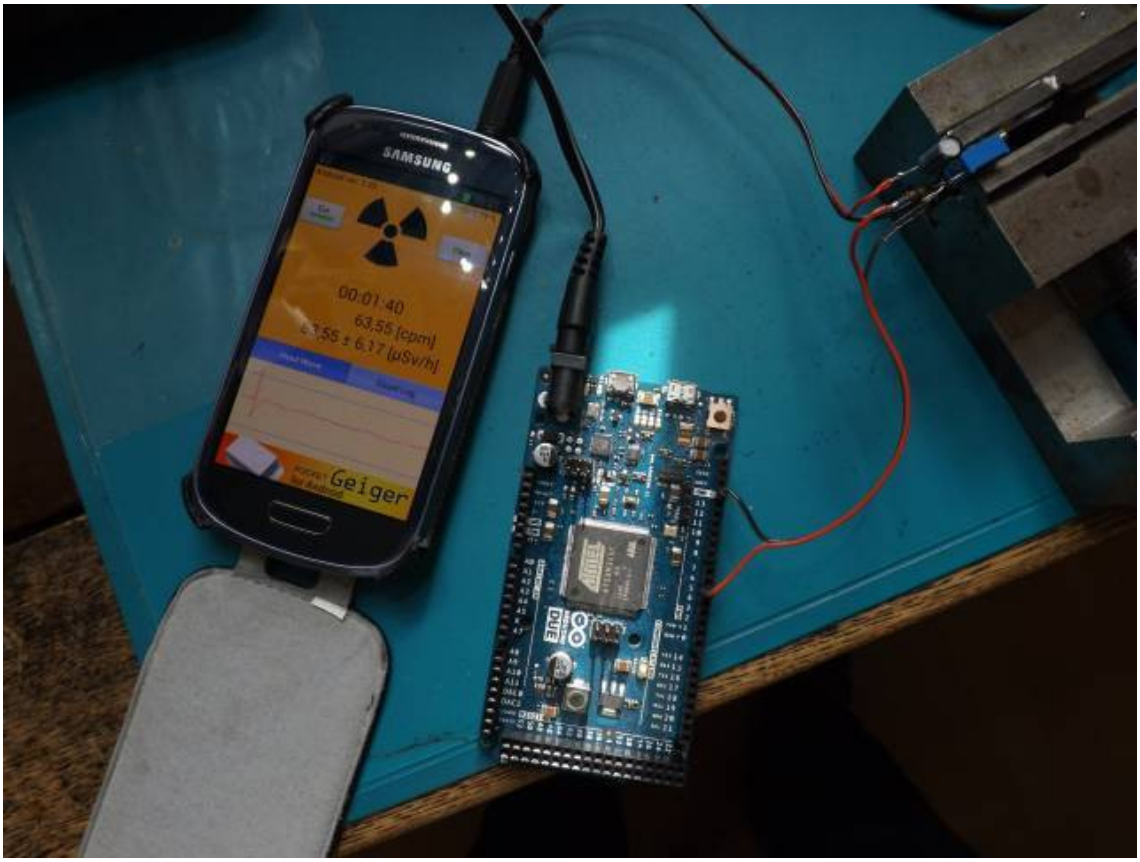

Abb. 6: Arduino Due als Testsignal Generator

Abb. 7: Testsignal mit 200µs und 1Hz aus dem Arduino

Abb. 8: Teviso Modul als Sensor mit der Pocket Geiger App auf einer Keramikschale mit Uranglasur

Abb. 9: Die App liefert mit einem Konversionsfaktor von 3.4 des RD2007 stolze 75µSv/h an der Oberfläche der Uran-Glasur (volle Ausleuchtung des Sensors)

Abb. 10: SBM-20 Driver von 4N-Galaxy zusammen mit der Pocket Geiger App. Hier muss man deutlich Abstand halten um die App nicht zu überlasten.

Abb. 11: Input Wave des SBM-20 Driver Moduls von 4N-Galaxy

Abb. 12: Stuttgarter Geigerle mit der Pocket Geiger App

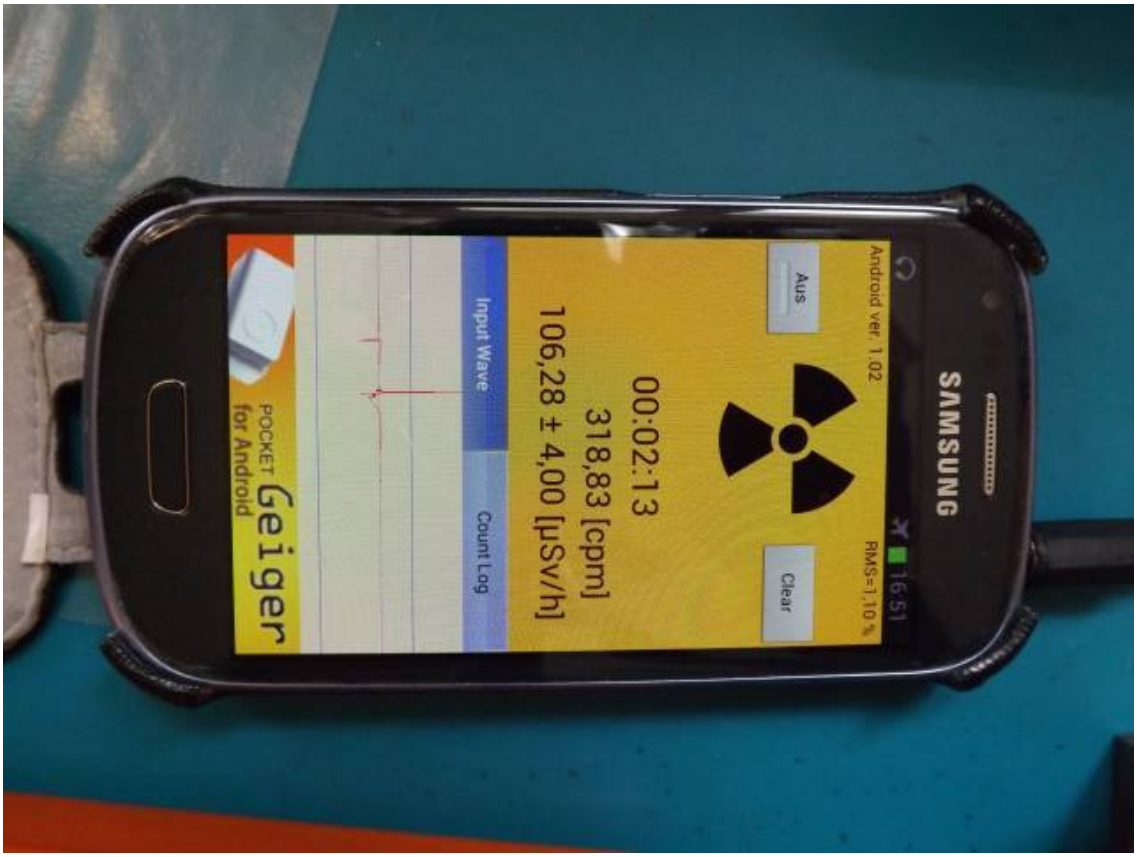

Abb. 13: Impulsform und Anzeige für das Stuttgarter Geigerle (der Konversionsfaktor von 3cpm / (µSv/h) ist etwas zu klein gewählt. Ein höherer Wert würde weniger µSv/h ergeben.

Links

Radiation-watch.org (japanische Open Source Seite in Englisch)
http://www.radiation-watch.org/p/english.html

Radiation-watch kommerzielle Seite (Pocket Geiger Produkte)
http://www.radiation-watch.co.uk

Teviso Sensor Module für Radioaktivität
http://teviso.com

Geigerzähler und SBM-driver Modul von 4N-Galaxy
http://www.4n-galaxy.de/de_produkte.html