Strahlende Pflastersteine vor dem Gebäude der Esslinger Zeitung
- Der radioaktive Fingerabdruck der Stadt Esslingen -

Bernd Laquai, 16. Februar 2015, Update 29.8.15

Ausgerechnet vor dem Stadtbüro der Esslinger Zeitung kann man in der Stadt Esslingen mit einem einfachen Geigerzähler sehr deutlich einen radioaktiven „Hotspot“ erkennen. Die sogenannte Gamma-Ortsdosisleistung, ein Maß für die lokale Radioaktivität, die man auf der Straße zwischen dem Gebäude am Marktplatz 6 und dem Münster St. Paul in Gonadenhöhe messen kann, liegt bei etwa 500nSv/h und ist damit ca. 4-5 mal so hoch wie z.B. auf einer grünen Wiese in der Parkanlage „Maille“. Erzeugt wird die Strahlung von historischen Schlackensteinen, mit denen die Straße an dieser Stelle (GPS-Koordinaten N48 44.586 E9 18.334) gepflastert ist.

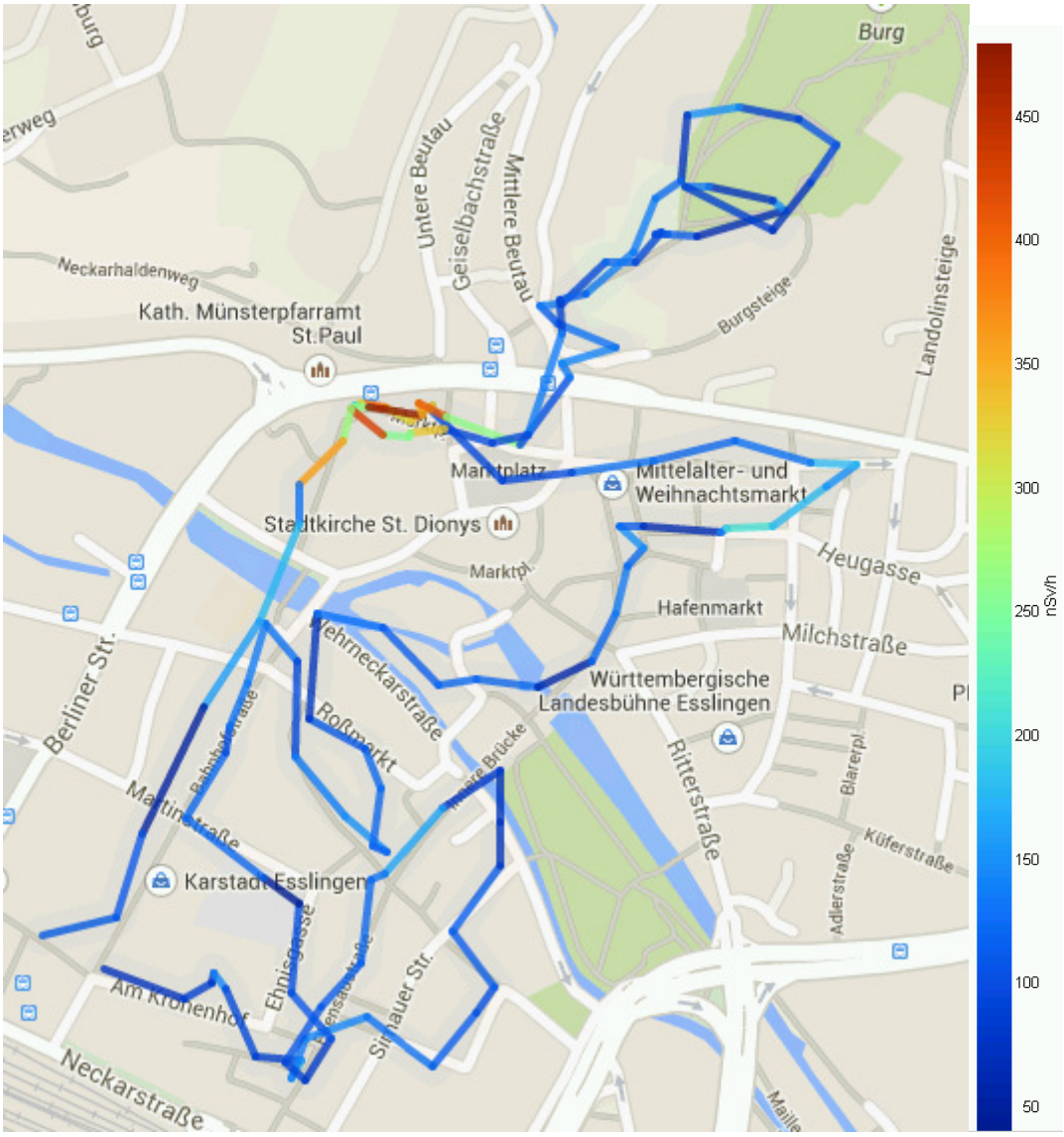

Abb. 1: Ein Stadtspaziergang durch Esslingen mit dem Geigerzähler zeigt deutlich den Hotspot vor dem Stadtbüro der Esslinger Zeitung

Um es gleich vorab zu sagen, Angst um gesunden Nachwuchs oder einem erhöhten Krebsrisiko müssen sich die Mitarbeiter der Zeitung oder die Besucher des im gleichen

Gebäude untergebrachten Reisebüros oder auch die Kirchenbesucher des Münsters St. Paul vermutlich nicht haben. Zum Vergleich, auf einem Flug in 10000m Höhe nach Teneriffa beträgt die durch die Höhenstrahlung bedingte Dosisleistung etwa 3uSv/h, sie liegt also noch einmal um den Faktor 6 höher. Allerdings muss man beachten, dass man nach Teneriffa lediglich 8 Stunden hin und zurück fliegt, und das vermutlich nur einmal im Jahr. Piloten sowie die Flugbegleiter gehören dagegen zu der größten strahlenschutzrechtlich überwachten Personengruppe, für welche ein striktes Limit von 20mSv/Jahr für die radioaktive Belastung gilt. Und für Vielflieger gibt es immerhin von den meisten Airlines eine „Entschädigung“ in Form von Bonusmeilen.

Abb. 2: Radioaktive Schlackensteine als Straßenpflaster vor dem Eingangsbereich

Für den normalen Bürger gilt nach der deutschen Strahlenschutzverordnung ein Limit von 1mSv/Jahr. Genau genommen darf man sich also auf diesem Pflaster nur 83 Tage (24h/Tag)

aufhalten, damit die Grenzwerte noch eingehalten sind. Das wäre also vielleicht nur für Obdachlose die sich hinter der Kirche niederlassen könnten etwas kritisch.

Nun wird ja heftig über die Wirkung von radioaktiver Niedrigdosisstrahlung gestritten, um die es hier geht. Definitiv sicher ist, dass die radioaktive Strahlung unabhängig von der Dosis in den Zellen Schäden erzeugt. In der DNS (der Erbsubstanz) treten Strangbrüche auf und Moleküle im Zellplasma werden so radikalisiert, dass sie zu einem Zellgift werden. Allerdings passiert das genauso durch die allgegenwärtige natürliche radioaktive Strahlung auf der Erde. Für gesunde Menschen ist das normalerweise kein Problem, weil ein gesundes Immunsystem solche Situationen erkennen kann und Strangbrüche reparieren kann. Bei ganz dramatischen und irreparablen Schäden kann das gesunde Immunsystem auch einen gezielten Zelltod herbeiführen (Apoptose), so dass die defekte Zelle eliminiert wird und nichts weiter Schlimmes passiert. Aber wenn das Immunsystem geschwächt ist z.B. durch starkes Rauchen oder bestimmte Erkrankungen oder wenn Defekte bei hoher Strahlungsdosis mit zu hoher Rate auftreten, dann ist das Immunsystem dazu nicht mehr in der Lage. Dann werden Fehler bei der Neubildung von Zellen weitergegeben und es kann zu malignen Entartungen der nachgebildeten Zellen oder sogar in den Keimzellen kommen. Deswegen sollte man selbst bei Niedrigdosisstrahlung, die unter den Grenzwerten, welche unter der Annahme eines gesunden Immunsystems festgelegt wurden, einen gewissen Respekt bewahren.

Der Vollständigkeit halber muss aber auch gesagt sein, dass es Mediziner und Forscher gibt, die schwacher radioaktiver Bestrahlung sogar eine heilende Wirkung zuschreiben. Einerseits hat man an Laborratten festgestellt, dass fraktal bestrahlte Tiere (hohe Dosen aber zeitlich aufgeteilt) eine darauffolgende letale Dosis locker wegstecken, während unbestrahlte Tiere sicher verenden. Das wird dann oft verglichen mit dem gut gebräunten Bergbauern, der sich an die harte UV-Strahlung in den Alpen gewöhnt ist und bei dem kein höheres Hautkrebsrisiko feststellbar ist. Man weiß auch dass diese UV-Strahlung eine wichtige Rolle bei der Bildung des lebensnotwendigen Vitamins D spielt, dass also Menschen, die nicht an die Sonne gehen eher krank werden. Manchmal wird dieser Trainingseffekt auch mit Menschen verglichen, die in Gebieten mit ungewöhnlich hoher Gamma-Ortsdosisleistung leben, wie zum Beispiel in der Stadt Guarapari in Brasilien (Bundesstaat Espiritu Santo), wo man am Strand eine Strahlungsdosis von bis zu 30uSv/h messen kann. Allerdings gibt es dort bisher keine verlässlichen Statistiken zur Mortalität der Bevölkerung. Dennoch gehen etliche Heilung suchende Menschen dorthin um von der immunstimulierenden Wirkung der erhöhten Radioaktivität in dieser Gegend zu profitieren.

Erheblich teurer kann man eine immunstimulierende radioaktive Therapie auch in Deutschland erhalten, allerdings nur auf Anweisung eines Badearztes, der eine Radonkur in einer der Städte des ehemaligen Uran-Bergbaus verschreibt. Als der Uran-Bergbau in gewissen Regionen zusammenbrach und damit auch der wirtschaftliche Wohlstand beendet war (Beispiel Bad Schlema), erinnerte man sich an die Thesen von Paracelsus, der postulierte „die Dosis macht das Gift“. Demnach kann also das Böse auch das Böse vertreiben, wenn man es nur vorsichtig genug dosiert (Hormesis-Theorie). Während also die meisten Bergleute in den Uran-Minen in der DDR an der sogenannten Schneeberger Krankheit (Lungenkrebs) starben, weil die meisten zusätzlich zur hohen Strahlungsdosis auch noch geraucht hatten und auch sonst äußerst widrigen Arbeitsbedingungen ausgesetzt waren, lässt man heute vor allem an Rheuma erkrankte Patienten ganz kontrolliert und gegen viel

Geld in dem radioaktivem Radonwasser aus diesen Minen baden und hofft darauf, dass das Immunsystem wieder in Gang kommt. Die Hoffnung basiert darauf, dass es zuerst die radioaktiven Defekte und dann vielleicht auch wieder die Schäden der Rheumaerkrankung erkennt und so wieder die kranken Zellen aussondert. Wie ähnlich eine durch Strahlung geschädigte Zelle einer durch das Rheuma geschädigten Zelle ist und warum gerade das durch die Radioaktivität stimulierte Immunsystem nun auch wieder lernt, wie es in anderen krankheitsbedingten Fällen zu verfahren hat, das wird in den Hochglanzprospekten der neu geschaffenen Kurbranche jedoch nicht so richtig beantwortet. Wer diesen positiven Niedrigdosis-Effekt etwas billiger haben möchte, der müsste sich rein theoretisch auch einfach Schlackensteine aus der DDR über Ebay kaufen und sich diese unters Bett im Schlafzimmer legen können. Denn auch die uranhaltigen Mansfelder Schlackensteine aus der ehemaligen DDR exhalieren beträchtliche Mengen des radioaktiven Gases Radon, das eines der Zerfallsprodukte des Uran ist und dessen hochenergetische Alphastrahlung im Radonheilbad für die heilende Wirkung verantwortlich sein soll. In Wohnhäusern rät die Weltgesundheitsorganisation eher dazu schon ab kleinsten Aktivitätskonzentrationen von über 100Becquerel pro Kubikmeter Maßnahmen zur Minderung des Krebsrisikos durch Radon zu ergreifen.

Abb. 3: Oberflächenstruktur der Esslinger Schlackensteine

Abb. 4: Mansfelder Schlackensteine in Weimar mit typischen Gußlunkern

Nun ist die Stadt Esslingen mit dem Problem radioaktiver Schlackensteine nicht ganz alleine. In der DDR wurden unzählige Straßen mit solchen als „unkaputtbar“ geltenden Pflastersteinen gepflastert, die darüber hinaus auch noch eine äußerst genaue und regelmäßige, würfelförmige Form haben, im Vergleich zu den sonst üblichen Granitssteinen. Berühmtestes Beispiel ist die Straße vor der Dresdner Semperoper oder die Frauentorstrasse in Weimar. Die Schlackensteine dort stammen aus dem Mansfelder Kupferrevier, wo durch Verhüttung von Kupferschiefer Kupfer gewonnen wurde. Dieser Kupferschiefer ist aber sehr uranhaltig, so dass die Schlacken, welche für die Pflastersteinherstellung weiterverwertet wurde, ebenfalls stark uranhaltig und damit radioaktiv sind. Auf Straßen, die mit Mansfelder Schlackensteine gepflastert sind, kann man teilweise mehr als 1uSv/h an radioaktiver Strahlung nachweisen. Nach Angaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit weisen sie eine spezifische Aktivität für die Summe der Radionuklide aus der Uranreihe von im Mittel etwa 1500Becquerel pro kg auf.

Aber auch auf dem Stuttgarter Marktplatz finden sich solche Steine von denen ungefähr dieselbe Strahlungsdosis wie von denen in Esslingen ausgeht und die eine ganz ähnliche Oberflächenstruktur und Farbe haben. Die Struktur der typischen Mansfelder Schlackensteine aus der DDR ist dagegen ein wenig anders. Woher nun die Esslinger bzw. Stuttgarter Schlackensteine genau stammen, lässt sich vermutlich erst sagen, wenn man in etwa weiß, wann dieser Platz gepflastert wurde. Aber man kann annehmen, dass dies noch vor dem 2. Weltkrieg geschah. Auch die Frage, welche Radionuklide an der Strahlung in Esslingen bzw. Stuttgart beteiligt sind, müsste man zur Sicherheit noch mit Hilfe einer Gammaspektroskopie nachprüfen. Es könnte theoretisch auch das in natürlichen Monazit-Sanden vorkommende Element Thorium sein, das für eine doch recht deutlich erhöhte

Radioaktivität verantwortlich sein kann, in ganz ähnlicher Form wie es von dem bei uns etwas häufiger vorkommenden Uran bekannt ist.Es stellt sich nun natürlich die berechtigte Frage, wie findet man eigentlich solche radioaktiven „Hotspots“ in einer Stadt in der Größe von Esslingen. Schließlich hat man ja kein Sinnesorgan für derartige Strahlung. Stellen, an denen man sie mit einem Geigerzähler suchen könnte gibt es Unzählige. Und warum findet man das erst jetzt, die Probleme radioaktiver Strahlung in der Umwelt sind doch schon länger bekannt?

Die Antwort ist, dass erst die moderne Technik ein effizientes und kostengünstiges Suchen auch durch Privatpersonen möglich macht. Erst seit dem jedes Mobiltelefon ein GPS-Empfänger enthält, der einen metergenau ans gewünschte Ziel bringt, oder innovative Landwirte ihr Saatgut bzw. Düngemittel zentimetergenau mit Hilfe satellitengestützter Spurhalte- und Dosiersystemen ausstreuen können, ist diese hochkomplexe Navigationstechnologie, ursprünglich mit immensen Kosten militärisch entwickelt, zum billigen Consumerprodukt geworden. Und deswegen findet man auch zu den meisten heute gängigen Mikrocontroller-Bastelplatinen auch entsprechende GPS-Module. Von da ab ist es dann selbst für einen Technik-begeisterten Gymnasiasten nicht mehr allzu schwer, die Daten eines Geigerzählers mit den Daten des GPS-Moduls zu verknüpfen und so georeferenzierte Strahlungsmessungen zu machen. Und so zum Beispiel während eines Stadtspaziergangs durch Esslingen. Das kleine selbstgebastelte Gerät in der Größe einer Zigarrenschachtel kann man einfach im Rucksack verstauen, denn sowohl die Satellitensignale wie auch die radioaktive Strahlung durchdringt das Gewebe problemlos. So kann man nebenher Schaufensterbummeln und die historischen Gebäude bestaunen, wie zum Beispiel das schöne Esslinger Rathaus mit seinem Glockenspiel, währenddessen der Mikrocontroller im Rucksack die Messdaten selbst über eine kilometer-lange Wegstrecke hinweg sicher auf einer Speicherkarte ablegt. Zu Hause angekommen nutzt man dann eine moderne GPS-Kartensoftware, die es teils als Freeware gibt oder mit Navigationsgeräten wie Garmin mitgeliefert wird um die gelaufene Strecke und die Strahlungsdaten darzustellen.

Färbt man nun den vom GPS-Empfänger aufgezeichneten Weg entsprechend der gemessenen Dosisleistung farblich entsprechend ein, sieht man gleich auf einen Blick wo die Hostspots liegen. In diesem Fall findet man ihn genau vor dem Stadtbüro der Esslinger Zeitung. Da es solche historischen Schlackenpflasterungen in vielen Städten gibt, erhält man auf vergleichbare Weise von jeder Stadt einen typischen und einmaligen „radioaktiven Fingerabdruck“.

Gleichzeitig zur farblichen Darstellung kann man nun noch ein Strahlungsprofil generieren, dass die Messwerte entlang des gelaufenen Weges als Diagramm darstellt. Im Falle des Esslinger Stadtspaziergangs verlief der Weg zunächst vom Bahnhof durch die Straßen der Altstadt, dann über den Marktplatz hoch zur Burg und über den Marktplatz zurück zum Bahnhof. An dem Profil kann man nun auch wieder deutlich an zwei Peaks erkennen, dass die Messungen auf dem Marktplatz nicht nur eine einmalige Störung waren, sondern auf dem Hin- und dem Rückweg gleichermaßen auftraten.

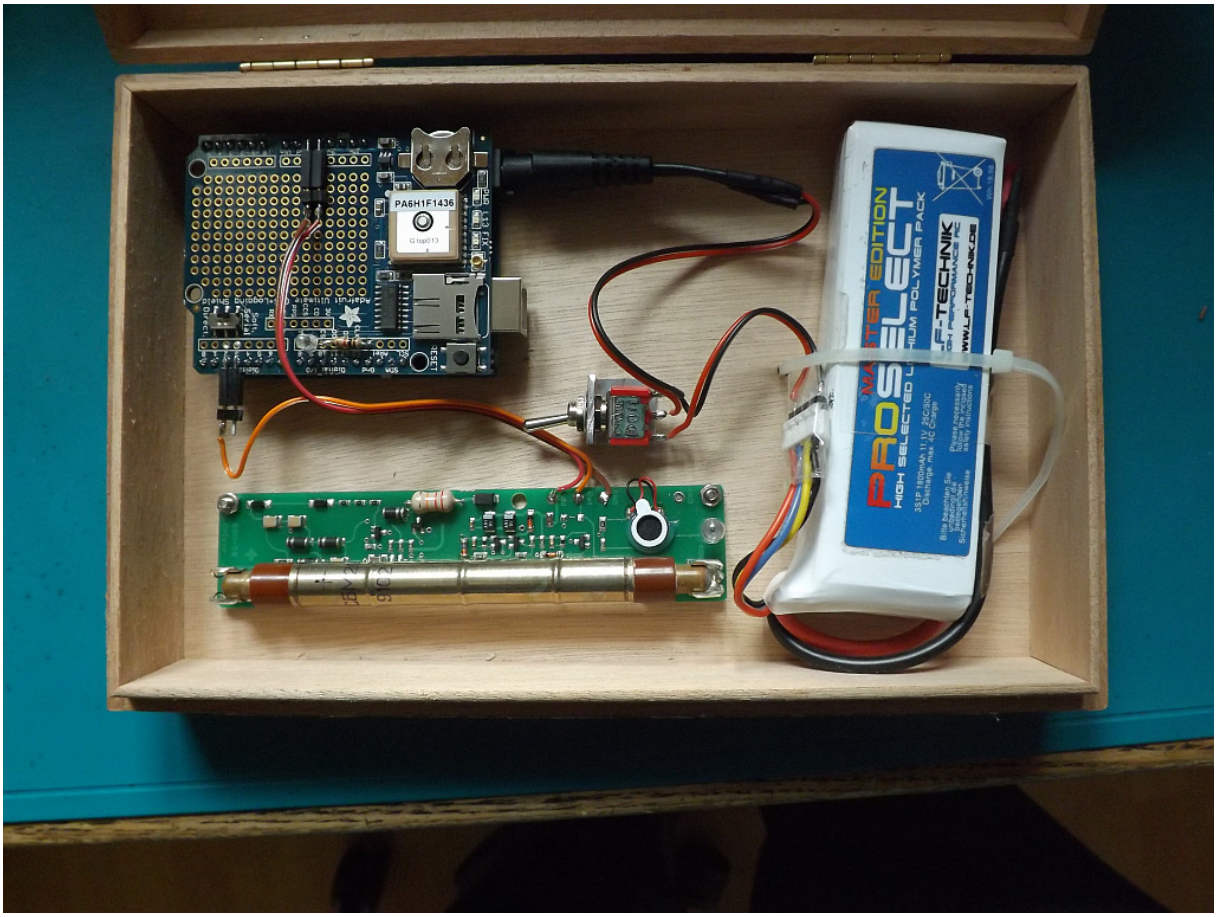

Abb. 5: Selbstgebautes georeferenzierendes Strahlungsmessgerät (Geigerzähler mit GPS) untergebracht in einer strahlungstransparenten Zigarrenkiste. Oben Arduino Mikrocontroller-Platine mit GPS-Modul darunter Geiger-Müller Zählmodul und rechts Modellflug-Akku zur Stromversorgung.

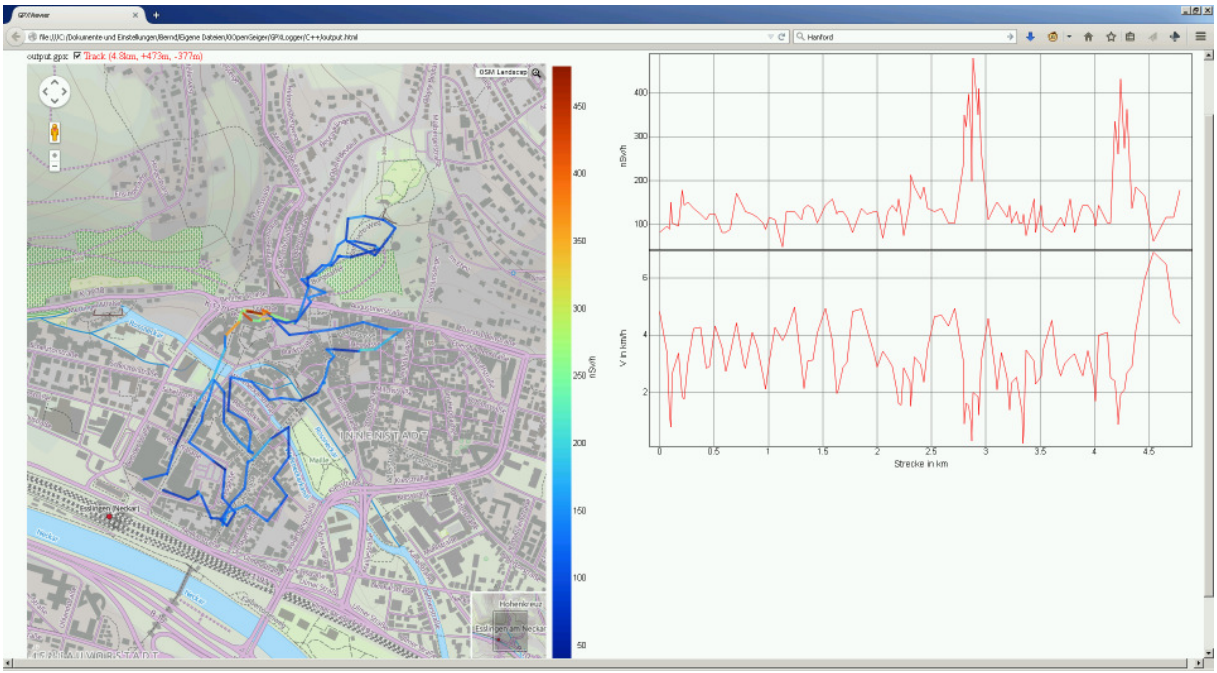

Abb. 6: Das dem Weg zugeordnete Profil der radioaktiven Strahlung entlang des Stadtspaziergangs durch die Stadt Esslingen. Man kann deutlich zwei Peaks erkennen, da der Hotspot auf dem Hin- und Rückweg passiert wurde

Eine andere nette Visualisierungsmöglichkeit besteht darin, dass man unterschiedliche Kartendienste wählen kann um den eingefärbten Weg darzustellen. Man kann ihn zum Beispiel auch anhand der gemessenen Ortskoordinaten des GPS auf einem „Satellitenbild“ (Luftbild) von Google Maps darstellen. Dann hat man gleich eine konkrete Vorstellung welche Gebäude in der Umgebung betroffen sein könnten. Genauso gibt es neben kommerziellen digitalen Karten wie zum Beispiel von Garmin oder den Landesvermessungsämtern auch immer besser werdende Karten aus dem sogenannten Open Street Map Projekt, bei dem Privatleute freiwillig Wege aufzeichnen und die Daten in Datenbanken ablegen, so dass sie der Allgemeinheit kostenlos und ohne Rechte Dritter zur Verfügung stehen. Auf Grund der Vielfalt der Details, die meist von Ortskundigen zeitnah eingegeben werden sind diese Karten vor allem in sich schnell ändernden städtischen Gebieten den kommerziellen Karten, die sich sehr träge weiterentwickeln, oft schon überlegen.

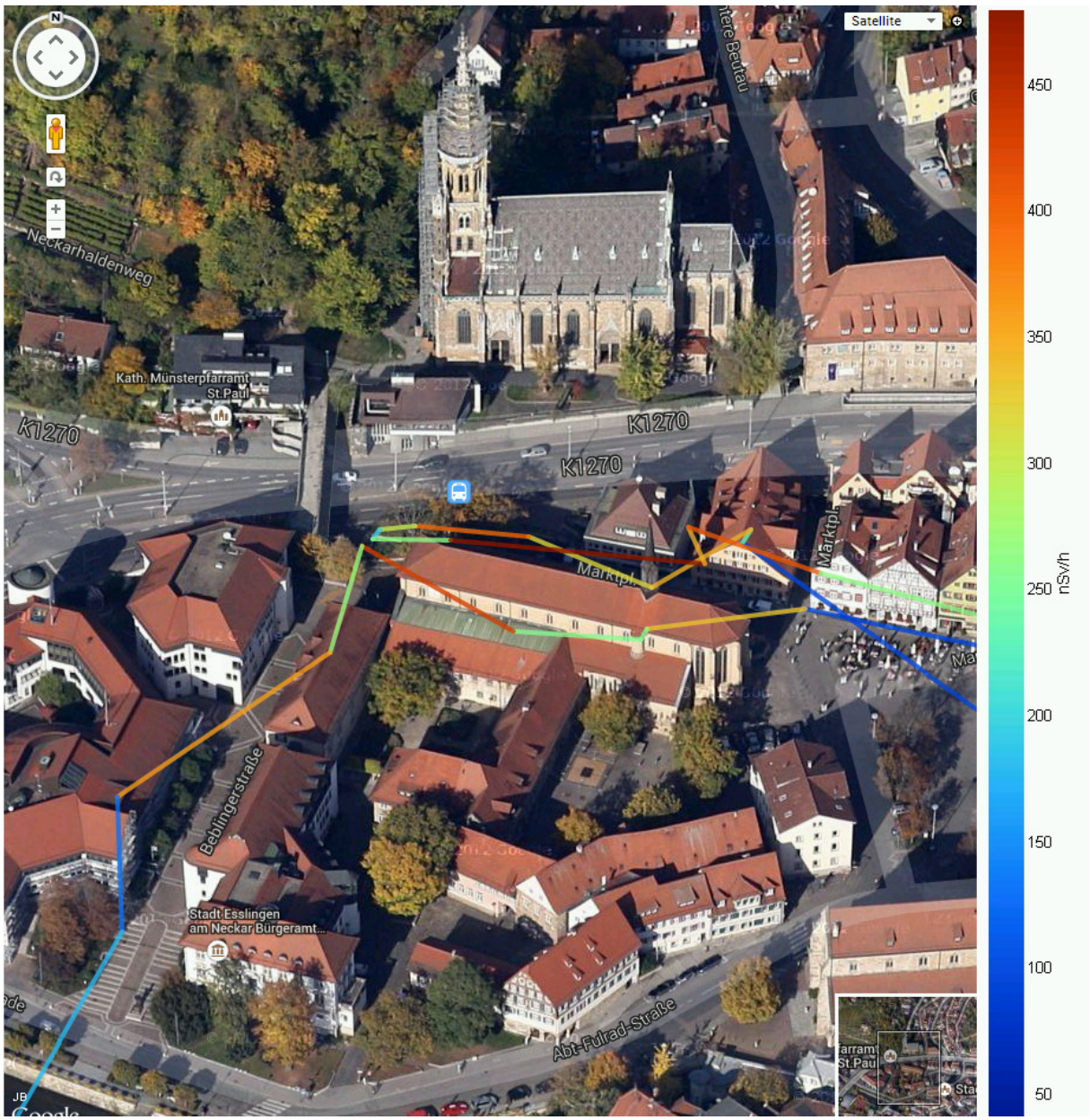

Abb. 7: Darstellung des Messwegs auf einem „Satellitenbild“ (Luftbild) von Google Earth. Ungenauigkeiten des GPS-Empfangs werden hier sichtbar.

Auf diese Weise wird nun auch die Altlasten-Suche deutlich einfacher, wie noch vor dem Jahre 2000 als das amerikanische Militär das GPS Signal der Navigationssatelliten so manipulierte, dass es für die zivile Nutzung unbrauchbar war.

Nun ist es natürlich immer ein wenig problematisch kritische Messdaten mit einer selbstgebastelten Lösung glaubhaft darzustellen. Daher ist es durchaus angebracht, wenigstens eine Kontrollmessung parallel mit käuflichen Geräten zu machen. Während des Esslinger Stadtspaziergangs wurde daher ein Strahlungsmessgerät der Firma Gammascout parallel verwendet, dass die Messdaten mit einem Zeitstempel versehen intern abspeichert. Zudem wurde gleichzeitig ein Garmin Oregon Handheld GPS mitgeführt, das die Geokoordinaten des gelaufenen Wegs ebenfalls mit einem Zeitstempel versehen abspeichert. So konnten später Strahlungsmessdaten und Geokoordinaten über den Zeitstempel zusammengeführt werden und in eine vergleichbare Visualisierung in der kommerziellen Garmin Kartensoftware MapSource überführt werden. Diese führt dann zu genau dem selben Resultat bezüglich des Hotspots. Man kann diese Parallelmessung mit kommerziellen Geräten daher als Validierung der selbstgebauten Lösung sehen. Das Strahlungsmessgerät der Firma Gammascout wird werksseitig auf einen Cäsium-137 Prüfstrahler (5% Genauigkeit) kalibriert. Was die Ortsgenauigkeit des Garmin Handhelds anbelangt, kann man auf unbebautem Gebiet von 5 Metern ausgehen (Circular Error Probable, CEP- Wert), was sich aber bei schlechter Satellitenkonstellation und in engen „Häuserschluchten“ schnell auf 20m verringern kann. Das sieht man teilweise an der ungenauen Lage des aufgezeichneten Wegs in den engen Gassen, sowohl beim Garmin-Gerät wie bei der selbstgebauten Lösung.

Nachdem nun die Faktenlage relativ eindeutig ist stellt sich jetzt die Frage, was ist zu tun? Nachdem nicht gerade Gefahr im Verzuge ist, könnte man sich darauf beschränken, die Stelle einfach als radioaktiv belastet zu markieren, vielleicht sogar mit einer Angabe von Dosisleistungswerten. Dann könnte jeder selbst entscheiden ober er sich hier einem Risiko aussetzt, in dem er sich auf dem Pflaster aufhält, oder nicht. So ein Hinweis, vielleicht noch mit dem gelb-schwarzen Warnsymbol vor Strahlung versehen würde allerdings weder der Kirche noch den Geschäften und Marktbetreibern gefallen, da es die Besucherzahlen vermutlich nicht sehr positiv beeinflussen wird. Man könnte auch fordern, dass die Stadt das Pflaster auswechselt. Aber das ist teuer und vor allem das Denkmalamt wird Einwände haben, besonders in dem geschützten Umfeld des historisch wertvollen Münsters St. Paul.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird aber genau wie in Stuttgart gar nichts passieren. In Stuttgart hatte man sogar erst im Jahre 2008 mehr als 10 Millionen Euro in die Erneuerung von Deutschlands längster Einkaufsstraße investiert. Dabei wurden insgesamt 140 000 Steinplatten aus Flossenbürger Granit auf rund 35 000 Quadratmetern Fläche verlegt, die ebenfalls eine deutliche Radioaktivität aufweisen (ca. 0.3uSv/h). Nach Bekanntwerden der Problematik wurde der Belag vom Landesumweltamt nachgemessen und die Messwerte bestätigten tatsächlich den Befund. Mit einer passenden Rechnung wurde dann aber nachgewiesen, dass für die Kioskbetreiber auf der strahlenden Königstrasse der Grenzwert gerade noch eingehalten ist. So wird man auch in Esslingen versuchen, möglichst wenig Aufhebens zu machen und höchstens darauf hinweisen, dass es bedeutend schlimmere radioaktive Altlasten in der Umwelt gibt, zum Beispiel in den Gebieten der ehemaligen DDR. Und so wird der Fund höchstens als Anekdote in die Stadtgeschichte eingehen und den Technik-Freaks weiterhin als Möglichkeit bleiben, die Empfindlichkeit ihrer Selbstbaugeräte

unter Beweis zu stellen. Vielleicht wird es auch zum Theme der einen oder anderen interessanten GFS-Arbeit an Schulen (gleichwertige Feststellung von Schülerleistung oder im Volksmund „die ganze Familie schafft mit“) wobei das Thema Radioökologie dann vielleicht etwas ausführlicher erörtert wird.

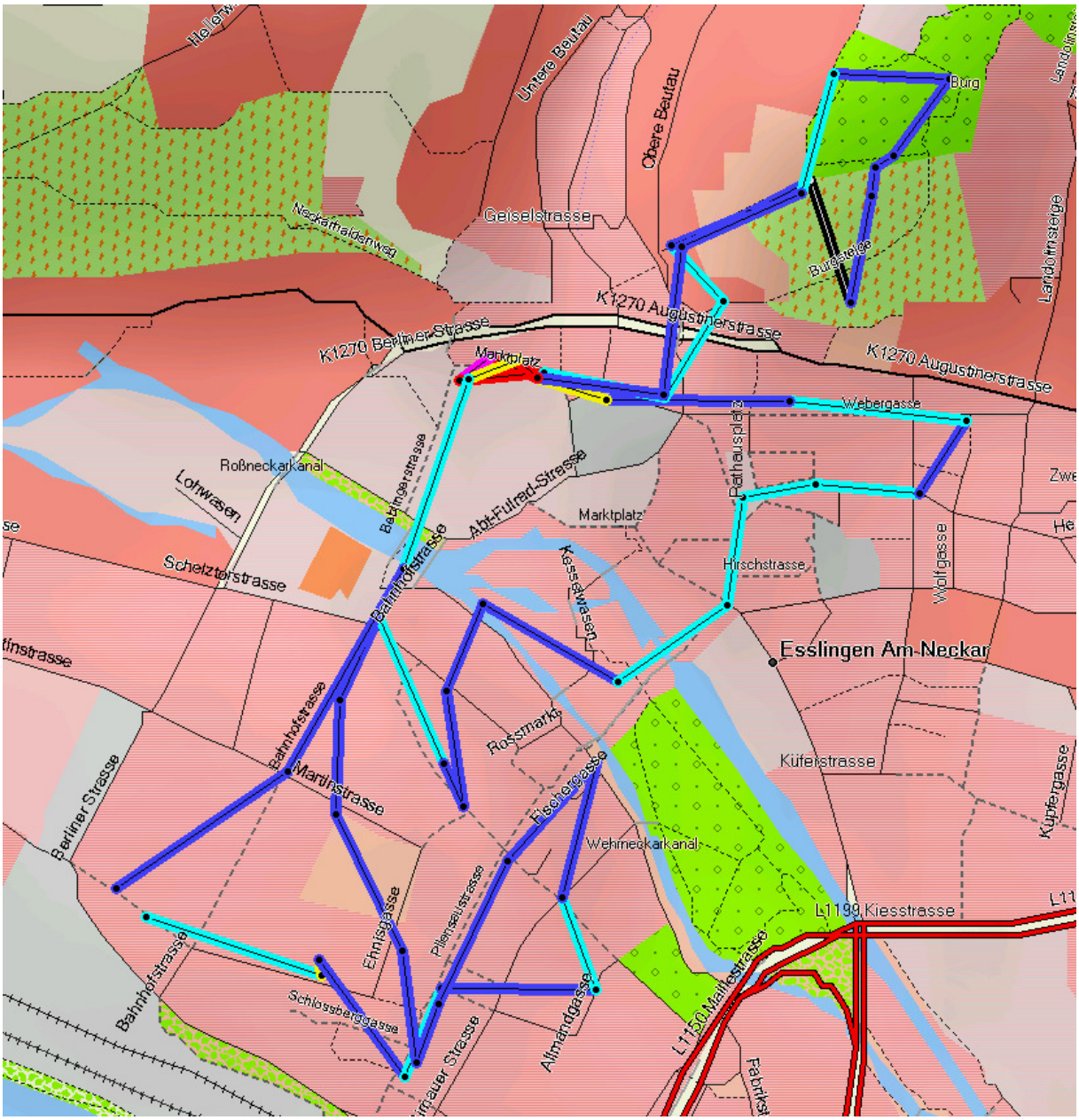

Abb. 7: Messdaten, die mit einem kommerziellen Strahlungsmessgerät (Gammascout) und einem kommerziellen Garmin-GPS gewonnen und mit der zugehöriger Kartensoftware dargestellt wurden. Es ist der selbe Hotspot vor dem Gebäude der Esslinger Zeitung am Marktplatz zu sehen. Rot > 0.5uSv/h, Magenta > 0.4 uSv/h, Gelb > 0.3 uSv/h, Cyan > 0.2 uSv/h, Blau > 0.1 uSv/h.

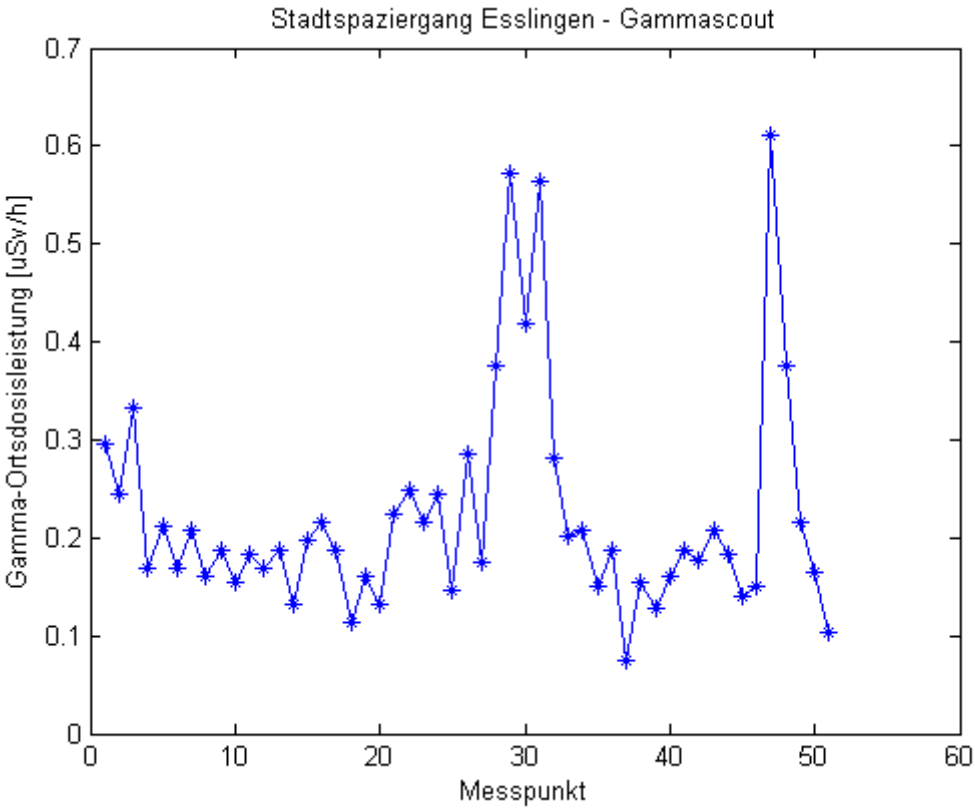

Abb. 8: Profil entlang des Messwegs durch Esslingen aus den Daten des Gammascout Strahlungsmessgeräts (Werte gemittelt über 2min Messzeit, LND-712 Endfenster-Zählrohr)

Abb. 9: Momentan-Messwert gemessen mit dem Gammascout Strahlungsmessgerät auf dem Esslinger Schlackenpflaster, der auf Grund des zerfallsbedingten statistischen Charakters der radioaktiven Strahlung und der kurzen Messzeit gegenüber einem Langzeit-Mittelwert stark schwanken kann (Hier ist ein Spitzenwert gezeigt).

Literatur

/1/ Strahlenschutzkommission (SSK): Bewertung der Verwendung von Kupferschlacken aus dem Mansfelder Raum. Empfehlung der Strahlenschutzkommission. Bundesanzeiger Nr. 43 vom 03. März 1992.
http://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/1992/1992_01.pdf?__blob=publicationFile

/2/ Spur der Steine
Spiegel Heft 50/9. Dez. 1991, Seite 59ff
http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-13491475.html

/3/ Gerald Kräft
Aufregung um strahlende Pflastersteine
Goettinger Tageblatt vom 15.07.2011
http://www.goettinger-tageblatt.de/Nachrichten/Goettingen/Uebersicht/Aufregung-um-strahlende-Pflastersteine

/4/ Grundlegende Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung (Basic Safety Standards der EU)
Richtline 2013/59/EURATOM
http://www.dgmp.de/media/document/795/rl2013-59-euratom.pdf

/5/ Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials, European Commission, Radiation protection 112, 1999
http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/112.pdf

/6/Erfassung und radiologische Bewertung von Hinterlassenschaften mit NORM – Materialien aus früheren Tätigkeiten und Arbeiten einschließlich der modellhaften Untersuchung branchentypischer Rückstände
BMU – 2007-695
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/schriftenreihe_rs695_teil_1.pdf

/7/ Martin Volkmer: Radioaktivität und Strahlenschutz
http://www.kernenergie.de/kernenergie-wAssets/docs/service/013radioaktivitaet-u-strahlenschutz2012.pdf

/8/ Hanno Krieger
Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes
4. Auflage, Springer Verlag 2012

/9/ Nicht nur die Königstraße strahlt - Der Radioaktive Fingerabdruck der Landeshauptstadt Stuttgart
http://www.opengeiger.de/StgtRadFingerprint.pdf