Messfest in Sorge-Settendorf – Kalibrieren gegen Profi-Daten

Bernd Laquai, 5.6.2016

Als Maßnahme zur Qualitätssicherung bei Messungen mittels In-Situ-Gammaspektrometrie veranstaltete das Bundesamt für Strahlenschutz in Zusammenarbeit mit der Wismut GmbH vom 9. bis 12. Mai 2005 in Gera und Umgebung eine internationale Vergleichsmessung mit dem Namen ISIGAMMA 2005 zur Bestimmung der Radioaktivität im Boden. An diesem „Messfest“ nahmen insgesamt 150 Personen aus 68 nationalen und internationalen Institutionen teil. Darunter vertreten waren Behörden, Universitäten, Messgerätehersteller und Vertreter der Nuklearindustrie. Also solche, die sich als echte Profis bezeichnen. Das Messprogramm umfaste etliche Messaufgaben wobei verschiedene Teams unterschiedliche Messorte aufsuchen mussten, darunter waren Reust, die IAA Trünzig, Sorge-Settendorf und die IAA Dänkritz. Schaut man sich die Fotos in der Veröffentlichung des Bundesamts für Strahlenschutz an, dann hat dieses Messfest den Teilnehmern offensichtlich einigen Spaß gemacht, es hatte Wettkampfcharakter, wobei es um Zeit und Genauigkeit ging und es war Equipment im Spiel, das in der Summe sicher etliche Millionen Euro an Wert haben wird. Ein wenig den Spaß getrübt hat den Teilnehmern und Veranstaltern wohl das Verhalten eines Grundstückseigentümers in Sorge-Settendorf, dem nach einer gewissen Zeit das Spektakel zu bunt wurde und der das weitere Betreten seiner Wiese nach einer gewissen Zeit untersagte. So konnten einige der Teilnehmer diesen Aufgabenpunkt leider nicht ganz erfüllen.

Die Frage ist nun, hat man da auch als interessierter Bürger etwas davon? Das eine ist, dass einige der Messorte auf Wismut Gelände liegen, das nicht öffentlich zugänglich ist. Das andere ist, dass im Falle der öffentlich zugänglichen Messstellen nicht so ganz genaue Ortsangaben gemacht wurden. Allerdings wurden insbesondere von den auf der Wiese in Sorge-Settendorf gemessenen Gamma-Ortsdosisleistungen Karten erstellt und veröffentlicht, welche die Messpunkte mit den Messwerten zeigen und genügend Geländemerkmale enthalten, dass man die Geo-Koordinaten ermitteln kann. Neben den Messwerten der Teilnehmer (die doch erstaunlich gestreut haben !) wurden auch Mittelwerte berechnet, die man auf Grund der amtlich geeichten Messgeräte der Teilnehmer nun als Kalibrierreferenz nutzen kann. Solange die Wetterverhältnisse nicht gänzlich anders sind und die Bodenbeschaffenheit der Wiese nicht nachhaltig verändert wird, kann man bei der vorliegenden Flächenquelle mit Unat als dominierende Strahlungsquelle davon ausgehen, dass sich die Gamma-Ortsdosisleistung in den nächsten Jahrzehnten nicht wesentlich ändern wird zumindest wenn die Landschaft nicht völlig umgestaltet wird. Damit wird es also dem Hobbyisten und dem Freund des von der Bürgerschaft getragenen Strahlenschutzes möglich, die eigenen Messgeräte zu prüfen und ggf. besser zu kalibrieren.

Eine wesentlich Frage bei der Idee, dass die Bevölkerung eigene Messgeräte einsetzt und selber misst, ist die nach der Genauigkeit der Low-Cost Messgeräten, die dazu typischerweise in der Bevölkerung eingesetzt werden. Die Frage dabei ist: Können die meist auf Geiger-Müller Zählrohren basierten Eigenbaugeräte, Ebay-Gebrauchtgeräte oder Kaufhaus-Messgeräte überhaupt genau genug messen? Sind die dazu erforderlichen Kenntnisse denn in der Bevölkerung wirklich ausreichend? Immer wieder hört man den Vorwurf der hauptberuflichen Profis dazu, dass es unverantwortlich wäre, wenn Bürger ohne Kenntnisse mit Geräten mangelnder Genauigkeit selbst messen und dann solche Messwerte in Umlauf bringen. In Anbetracht der Situation der Nuklearindustrie in Deutschland, die im

Wesentlichen nur noch den Rückbau von Anlagen als Zukunftsaussicht hat, wird die Auftragslage für die hauptberuflichen Profis natürlich immer schwieriger. Dazu ist heute das volle Spektrum der Messgeräte-Technologie durchaus auch für nebenberuflich Interessierte über Ebay zugänglich und das Internet ist voll mit teilweise sehr professionellen Anleitungen zur Strahlungs-Messtechnik. Da kann man sich also schon vorstellen, dass die hauptberuflichen Profis Einiges in Gang setzen um ihren Berufsstand wenigstens für die derzeitige Generation in Deutschland noch zu schützen. Der Nachwuchs ist ja bereits ausgestorben, denn wer in Deutschland Kernphysik studiert, muss ja im Prinzip seinen Arbeitsplatz im Ausland suchen mit vielleicht der einzigen Ausnahme der Technologiefirmen für die Nuklearmedizin.

Für die Bevölkerung dagegen wird das Thema nicht so schnell an Bedeutung verlieren, dazu wird der deutsche Atomausstieg und der Uranbergbau in Ostdeutschland zuviel Messaufgaben zurücklassen und bekanntlich macht die katastrophenbedingte Radioaktivität aus dem Ausland nicht einfach an den Landesgrenzen von Deutschland Halt.

Aber die gute Nachricht für die Hobbyisten und Citizen Scientists ist, dass auch Low-Cost und Eigenbau Geräte zumindest auf der Wiese in Sorge-Settendorf nicht so viel andere Messwerte liefen als das teure Equipment der Profis, auch wenn ein Zählrohr nicht unbedingt energiekompensiert ist und vielleicht nur werksseitig auf die Gammastrahlung einer Cs137 Punktquelle kalibriert ist. Davon kann man sich seit der ISIGAMMA 2005 also nun selbst überzeugen.

Ein frei zugängliches ISIGAMMA Messgelände befindet sich südlich der IAA Trünzig zwischen dem Dorfteil Settendorf und dem von der Wismut SDAG fast völlig ausradierten Dorfteil Sorge, von dem im wesentlichen nur noch die in der Zwischenzeit sehr schön renovierte Kirche übriggeblieben ist. Dem ISIGAMMA-Bericht kann man entnehmen, dass das Messgelände an eine Wiese angepasst wurde, die entlang eines Feldweges verläuft, der bei N50 44.087 E12 13.421 einen zweiten Feldweg unter einem Winkel von 69 Grad schneidet.

Weiter kann man dem Dokument entnehmen, das sich entlang des mäanderförmigen Messwegs, der dem Schnittwinkel beider Messwege angepasst ist die Gamma-Ortsdosisleistung bei N50 44.144 E12 13.528 ein relatives Maximum aufweist, das mit im Mittel 1.14uSv/h beziffert wird. Das Messgebiet hat eine Breite von 160m und eine Länge von 325m, die Mäandern verlaufen im Abstand von 25m und der Messweg hat eine Länge von 2.5km mit 100 Messpunkten im Abstand von 25m. Die aus dem Dokument extrahierten Koordinaten und mittleren Messwerte der Messpunkte sind in Tabelle 1 aufgelistet. Im Downloadbereicht kann der Messweg als GPX-Datei heruntergeladen werden. In der GPX-Datei sind die mittleren Messergebnisse der ISIGAMMA-Übung als GPX-Höhen zu jedem Messpunkt eingetragen. Abb. 2a-c zeigt eine mit einem eigenen Interpolationsprogramm erzeugte 1D-, 2D- und 3D-Kartendarstellung der Messwerte des BfS. Eine vergleichbare 2D-Darstellung findet sich im ISIGAMMA Dokument auf Seite 236.

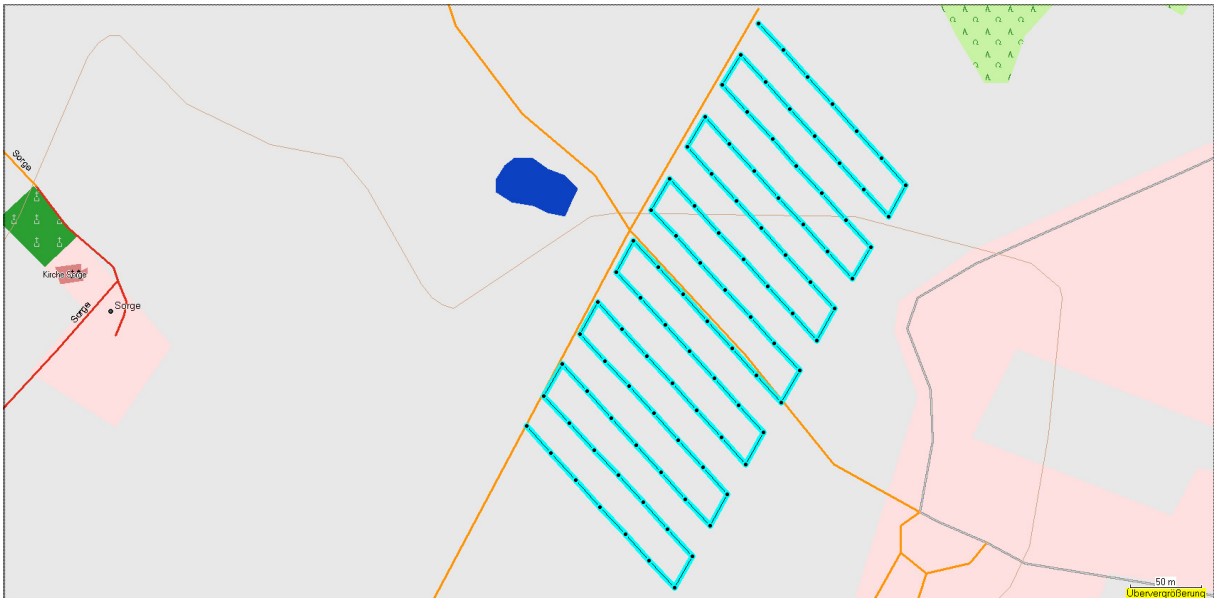

Abb. 1: Mäanderförmiger Messweg des BfS auf einer Wiese in Sorge-Settendorf

Messpunkt	Gamma-ODL	Läne Wegstück	Richtung Wegstück	Koordinate
1	594 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.012 E12 13.360
2	586 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.002 E12 13.374
3	641 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 43.992 E12 13.389
4	590 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 43.982 E12 13.403
5	423 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 43.972 E12 13.418
6	508 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 43.961 E12 13.433
7	238 nSv/h	26 m	30° Wahr	N50 43.951 E12 13.448
8	414 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 43.963 E12 13.459
9	455 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 43.973 E12 13.444
10	482 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 43.984 E12 13.429
11	572 nSv/h	25 m	316° Wahr	N50 43.994 E12 13.414
12	633 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.003 E12 13.400
13	642 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.014 E12 13.385
14	560 nSv/h	26 m	30° Wahr	N50 44.024 E12 13.370
15	463 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.036 E12 13.381
16	342 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.026 E12 13.396
17	443 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.015 E12 13.410
18	461 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.005 E12 13.425
19	424 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 43.995 E12 13.440
20	443 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 43.985 E12 13.454
21	440 nSv/h	25 m	28° Wahr	N50 43.975 E12 13.469
22	395 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 43.987 E12 13.480
23	458 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 43.997 E12 13.465
24	379 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.007 E12 13.450
25	341 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.017 E12 13.436
26	433 nSv/h	25 m	316° Wahr	N50 44.027 E12 13.421
27	432 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.037 E12 13.406
28	425 nSv/h	26 m	30° Wahr	N50 44.047 E12 13.391
29	374 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.059 E12 13.402
30	359 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.049 E12 13.417
31	494 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.039 E12 13.432
32	438 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.029 E12 13.447
33	340 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.018 E12 13.461

34	349 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.008 E12 13.476
35	520 nSv/h	26 m	30° Wahr	N50 43.998 E12 13.490
36	385 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.010 E12 13.501
37	394 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.020 E12 13.486
38	421 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.030 E12 13.472
39	344 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.041 E12 13.457
40	446 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.051 E12 13.442
41	388 nSv/h	25 m	316° Wahr	N50 44.061 E12 13.427
42	443 nSv/h	25 m	28° Wahr	N50 44.071 E12 13.413
43	359 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.083 E12 13.423
44	391 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.072 E12 13.438
45	441 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.062 E12 13.453
46	393 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.052 E12 13.468
47	380 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.042 E12 13.483
48	325 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.032 E12 13.497
49	386 nSv/h	26 m	30° Wahr	N50 44.021 E12 13.512
50	382 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.033 E12 13.523
51	329 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.044 E12 13.508
52	392 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.054 E12 13.493
53	359 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.064 E12 13.478
54	396 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.074 E12 13.463
55	349 nSv/h	25 m	315° Wahr	N50 44.084 E12 13.449
56	355 nSv/h	26 m	30° Wahr	N50 44.094 E12 13.434
57	370 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.106 E12 13.445
58	360 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.096 E12 13.460
59	382 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.086 E12 13.474
60	391 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.075 E12 13.489
61	371 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.065 E12 13.504
62	376 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.055 E12 13.519
63	210 nSv/h	26 m	30° Wahr	N50 44.045 E12 13.533
64	200 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.057 E12 13.544
65	371 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.067 E12 13.529
66	380 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.077 E12 13.514
67	365 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.087 E12 13.500
68	401 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.098 E12 13.485
69	368 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.108 E12 13.470
70	402 nSv/h	25 m	31° Wahr	N50 44.118 E12 13.456
71	391 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.129 E12 13.466
72	378 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.119 E12 13.481
73	384 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.109 E12 13.496
74	379 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.099 E12 13.510
75	351 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.089 E12 13.525
76	380 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.078 E12 13.540
77	378 nSv/h	26 m	30° Wahr	N50 44.068 E12 13.555
78	340 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.080 E12 13.565
79	349 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.090 E12 13.550
80	320 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.101 E12 13.536
81	294 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.111 E12 13.521
82	352 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.121 E12 13.507
83	443 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.131 E12 13.492
84	353 nSv/h	25 m	31° Wahr	N50 44.141 E12 13.477
85	289 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.153 E12 13.487

86	335 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.143 E12 13.502
87	351 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.132 E12 13.517
88	364 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.122 E12 13.532
89	386 nSv/h	25 m	138° Wahr	N50 44.112 E12 13.547
90	407 nSv/h	26 m	137° Wahr	N50 44.102 E12 13.561
91	452 nSv/h	25 m	28° Wahr	N50 44.092 E12 13.576
92	423 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.104 E12 13.586
93	377 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.114 E12 13.572
94	346 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.124 E12 13.557
95	435 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.134 E12 13.543
96	1140 nSv/h	25 m	318° Wahr	N50 44.144 E12 13.528
97	325 nSv/h	26 m	317° Wahr	N50 44.155 E12 13.513
98	253 nSv/h			N50 44.165 E12 13.498

Tabelle 1: Messwerte und Geokoordinaten der ISIGAMMA Messübung (Geokoordinaten sind aus den veröffentlichten Karten des BfS extrahiert)

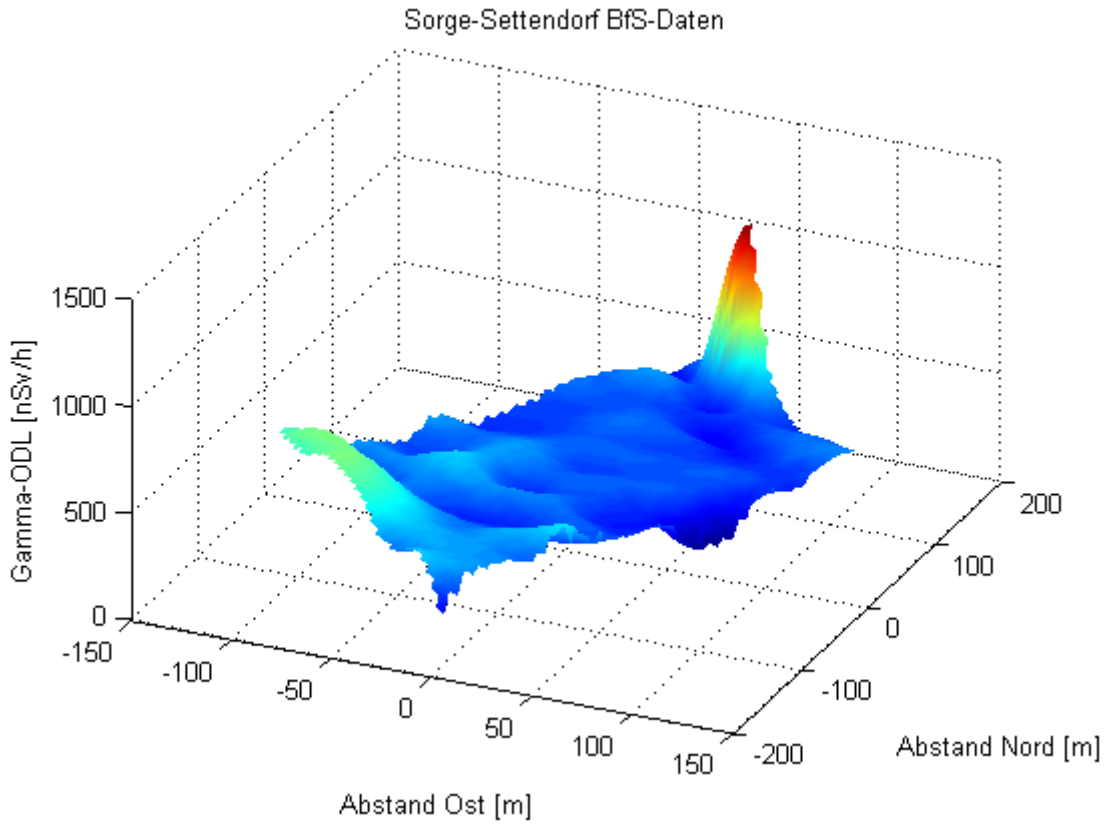

Abb. 2a: 3D-Interpolation der BfS Messwerte, die als Mittelwerte in nSv/h publiziert wurden, der Abstand ist in Bezug auf den Flächenmittelpunkt berechnet

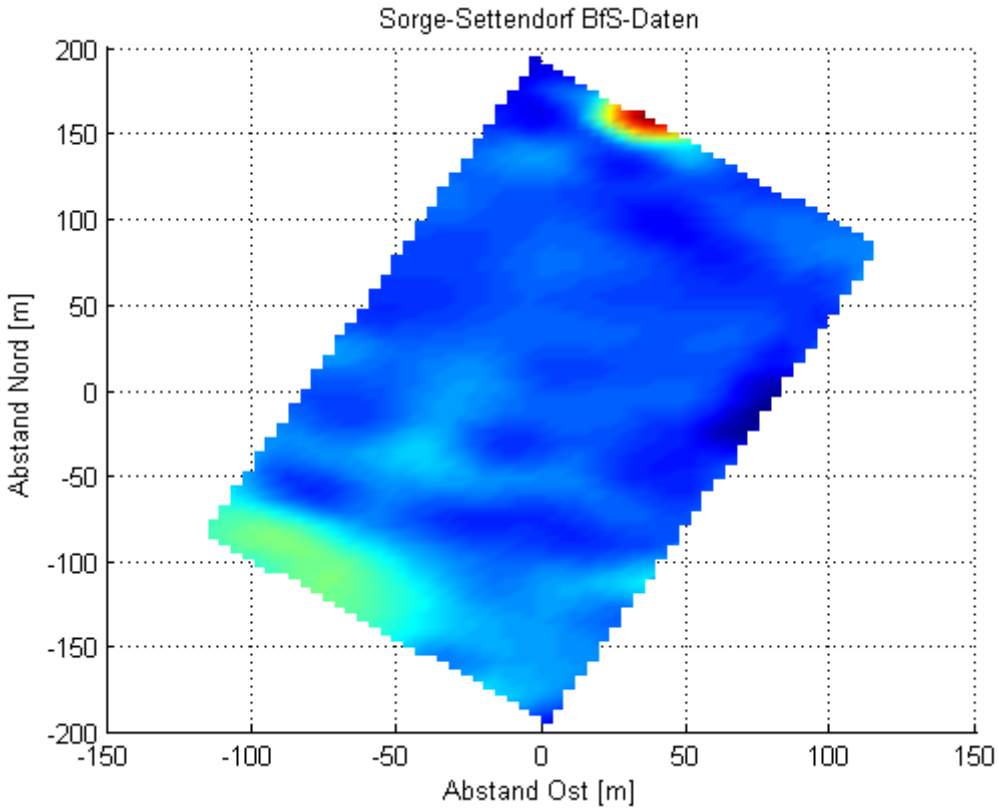

Abb. 2b: Aufsicht auf die 3D-Interpolation der BfS Messwerte

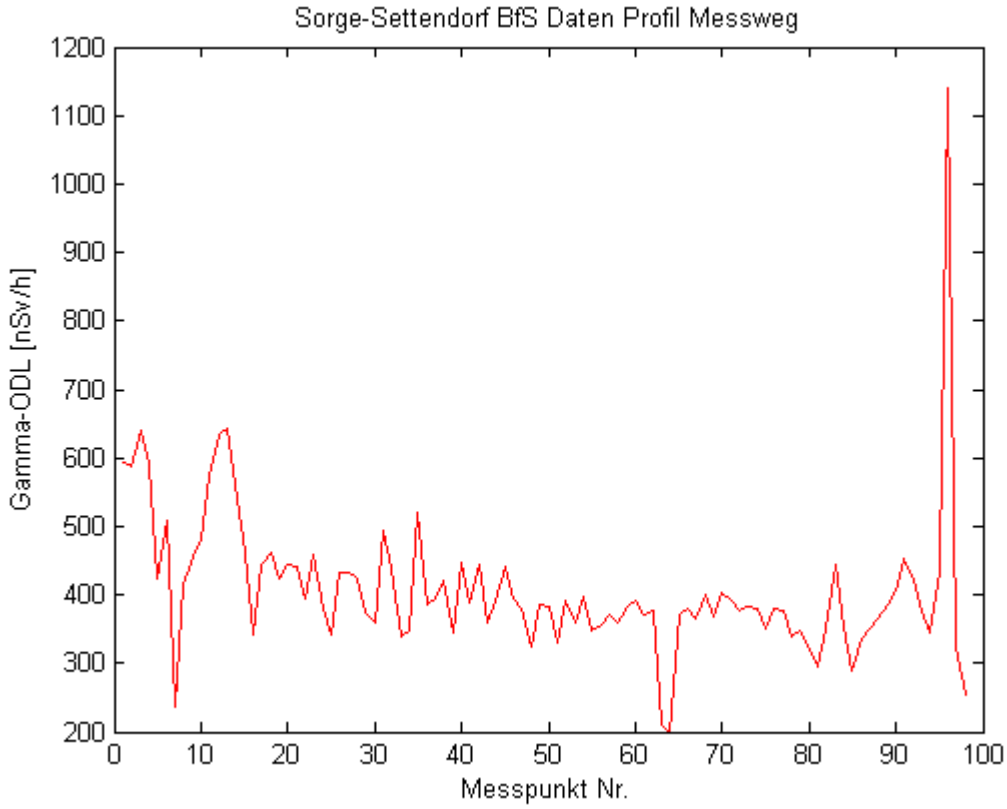

Abb. 2c: BfS Messwerte dargestellt als Profil entlang des Messwegs

Besonders interessant ist nun der Vergleich der Messergebnisse der Low-Cost und Eigenbau-Messgeräte mit den Messergebnissen der ISIGAMMA Messübung. Bei dem eigens veranstalteten privaten Messfest war allerdings auch ein von der PTB-zugelassenes und rückführbar kalibriertes Messgerät dabei, das zwei energiekompensierte Zählrohre als Detektor verwendet. Es ist der GammaTwin von der Firma Graetz. Daneben war das Low-Cost Gerät „Gamma-Scout“ (ca. 400Euro) der gleichnamigen Firma und ein Inspector (ca. 600Euro) der Firma SE Intl. mit dabei. Zusätzlich waren Eigenbau-Messgeräte, die auf einem bzw. vier SBM-20 Zählrohren beruhen, im Einsatz, sowie ein mit einem 1Zoll NaI-Kristall und ein mit einem 50x55mm Plastik-Szintillator ausgestatteter Eigenbau-Szintillationszähler. Zur genauen Suche des relativen Maximums der Gammaortsdosis diente das Szinti-Geigerle (8x8mm CsI Kristall mit Photodiode von First Sensor) mit akustischer Anzeige (FM-Adudio-Modulation), das sich hervorragend bewährte, und zusammen mit dem Garmin Oregon 450t Handheld GPS sehr genaue Ortsdaten lieferte. Begleitet wurde das Hobby-Messfest von zwei sehr netten und hilfsbereiten Einheimischen mit hervorragenden Ortskenntnissen.

Die Genauigkeit der Hobby-Messergebnisse kann sich durchaus sehen lassen. Die kommerziellen Geräte sind werksseitig auf die Gammaenergie einer Cs137-Punktquelle kalibriert (das GammaTwin Gerät von Graetz ist in den vorgeschriebenen Intervallen und rückführbar auf PTB-Standards kalibriert). Die Eigenbau-Geräte sind experimentell kalibriert, wobei hier die Königstrasse in Stuttgart bzw. andere Halden in Ostdeutschland verwendet wurden, wo Unat als Radionuklid-Gemisch vorlag.

In einem Meter über dem Boden ergaben sich für den Gamma-Scout 1.437uSv/h (2min Integrationszeit) und für den Inspector 1.36uSv/h (1min Integrationszeit). Der Graetz Gamma-Twin zeigte den ISIGAMMA Mittelwert mit 1.1uSv/h sehr genau an, der gespeicherte Wert des Graetz X5Cplus ging leider durch versehentliches Abschalten verloren.

Bei der georeferenzierten Messung muss berücksichtigt werden, dass die Messstrecke mit einer Ganggeschwindigkeit von ca. 4 km/h abgelaufen wurde und damit das doch sehr lokal ausgeprägte Maximum auch örtlich gemittelt wurde. Während des Gehens ergab sich daher bei dem langsam-zählenden Geo-Rexx System mit 1-SBM20 Zählrohr daher kein ausgeprägtes Maximum, während beim 1Zoll Szintillationssystem von 1200 nSv/h als Maximum sichtbar werden und beim Kontaminationszähler mit 4 SBM-20 Zählrohren liegt der Wert etwas über 1200nSv/h.

Durch die georeferenzierten Messungen ließ sich deutlich erkennen, dass das relative Maximum im Messgebiet neben dem Messweg liegt. Daher wurde am Ende des Messwegs dieses Maximum gezielt angesteuert. So gesehen war zu erwarten, dass dort höhere Werte gemessen werden als an den Punkten des Messwegs.

Zum Vergleich wurden auch Messungen der Dosisleistung im Kontakt zum Boden gemacht. Beim Ablesen der Geräte-Anzeigen wurden folgende Werte notiert:

Inspector Anzeige: 1.460uSv/h
Gammascout Anzeige: 2.010uSv/h
Graetz GammaTwin: 1.57uSv/h
Graetz X5Cplus: 1.64uSv/h

Eigenbau (4 SBM-20 Zählrohre): 1.55uSv/h
Eigenbau (1Zoll Szintillationszähler + Garmin GPS): 1.2uSv/h

Tendenziell kann man sagen, dass unter den kommerziellen Geräten der Gamma-Scout etwas mehr als das Mittel anzeigte, während der Inspector etwas weniger anzeigte.

An dem der von den Einheimischen gezeigten Stelle abseits des ISIGAMMA Geländes sah das Bild vergleichbar aus, allerdings auf etwas höherem Niveau. Insgesamt kann man sagen, dass alle kommerzielle Geräte im Messgebiet in 1m Höhe über dem Boden bei langer Integrationszeit Werte ermittelten, die nicht mehr als 30% von den ISIGAMMA Mittelwerten abliegen und die Differenz unter den kommerzielle Geräten sowohl im Messgebiet wie am Messpunkt außerhalb zwei nicht größer war als 35% in Bezug auf den Mittelwert. Im Vergleich zu den Streuungen bei den Messwerten der ISIGAMMA Teilnehmer ist das ein erstaunlich gutes Ergebnis. Die Eigenbau Geräte konnten natürlich durch Justieren des Kalibrierfaktors relativ genau angepasst werden. Man kann sehr deutlich sehen, dass so praktisch das gleiche Messergebnis über dem Messgebiet erreichbar ist, wie durch die Mittelwerte über den ISIGAMMA Teilnehmerwerten. Das ist ein äußerst beeindruckendes Ergebnis besonders verglichen zu den um viele Prozentpunkte höheren Kosten der In-Situ Gammaspektroskopie Geräte.

Die Hobby-Messübung wurde von viel Sonnenschein begleitet und außerdem war die Wiese frisch gemäht, so dass auch der Messweg ohne große Mühe abgelaufen werden konnte. Zum Abschluss gab es schließlich Heidelbeer-Joghurt Torte und Cafe in der nahegelegenen Holzfäller-Klause. Zur wirklichen Krönung führten uns die Einheimischen Guides aber noch an einen sehr speziellen, hochinteressanten Platz außerhalb des Messgeländes, der hier aber besser nicht verraten werden soll, sondern als Herausforderung für die Nachfolger erhalten bleiben sollen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass dieses Ergebnis zeigt, dass die ISIGAMMA Messaufgabe in Sorge-Settendorf durchaus auch auf vernünftige Weise mit Low-Cost Geräten und Eigenbau Geräten erfüllt werden kann und sehr wohl auch zufriedenstellende Messergebnisse erreicht werden können.

Hinweis: Zur Beurteilung der Genauigkeit der Messgeräte bei höheren Dosisleistungen z.B. im mSv/h Bereich kann die Kalibrierung auf dem Messgelände mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht verwendet werden.

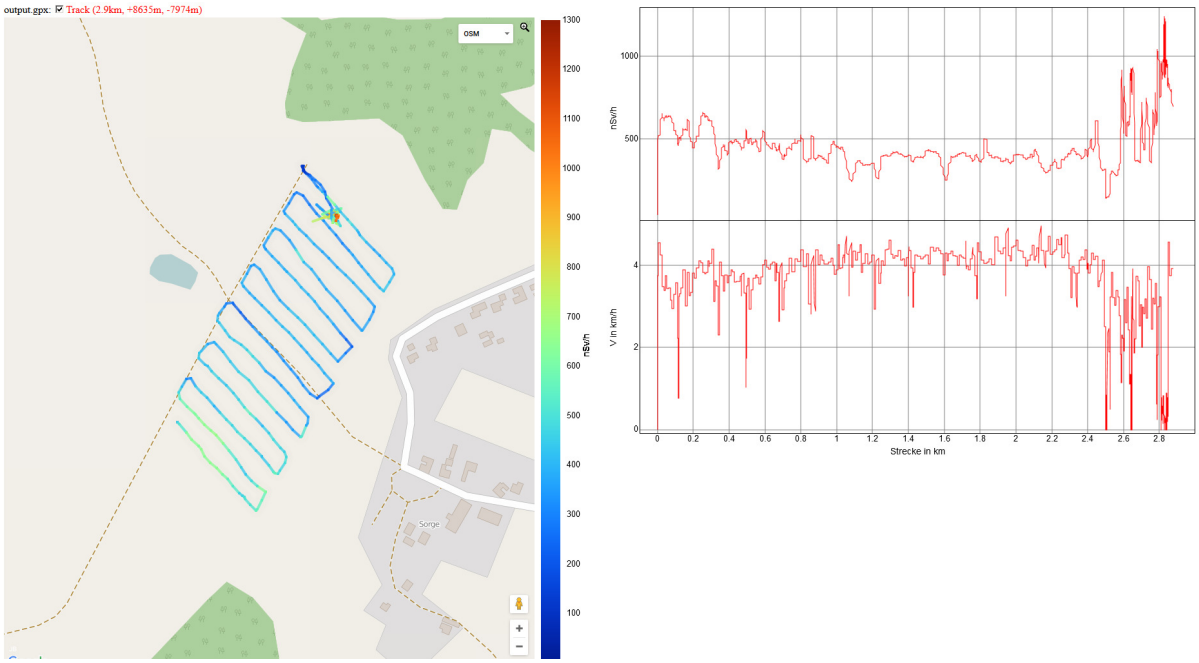

Abb. 3a: Messwerte des Eigenbau NaI-Szintillationszähler nach Kalibrierung auf die BfS Mittelwerte, rechts Messwertprofil entlang des Wegs und Geschwindigkeit entlang des Messwegs

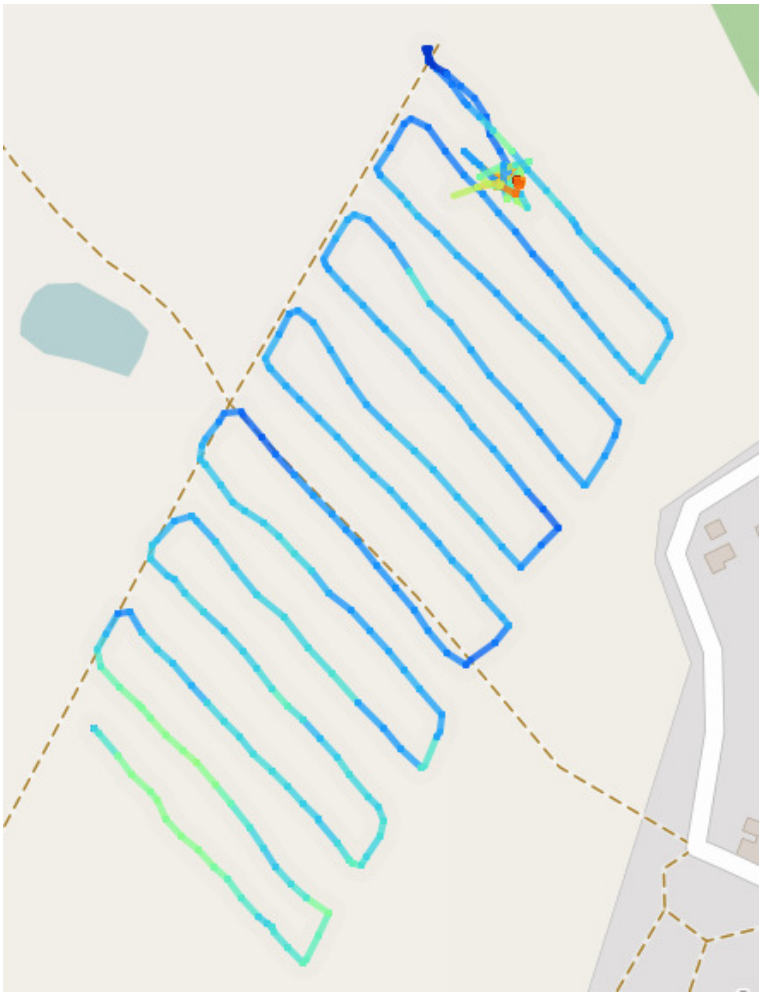

Abb. 3b: Messwerte des Eigenbau NaI-Szintillationszähler nach Kalibrierung auf die BfS Mittelwerte, farbcodiert auf einer Openstreetmap-Karte

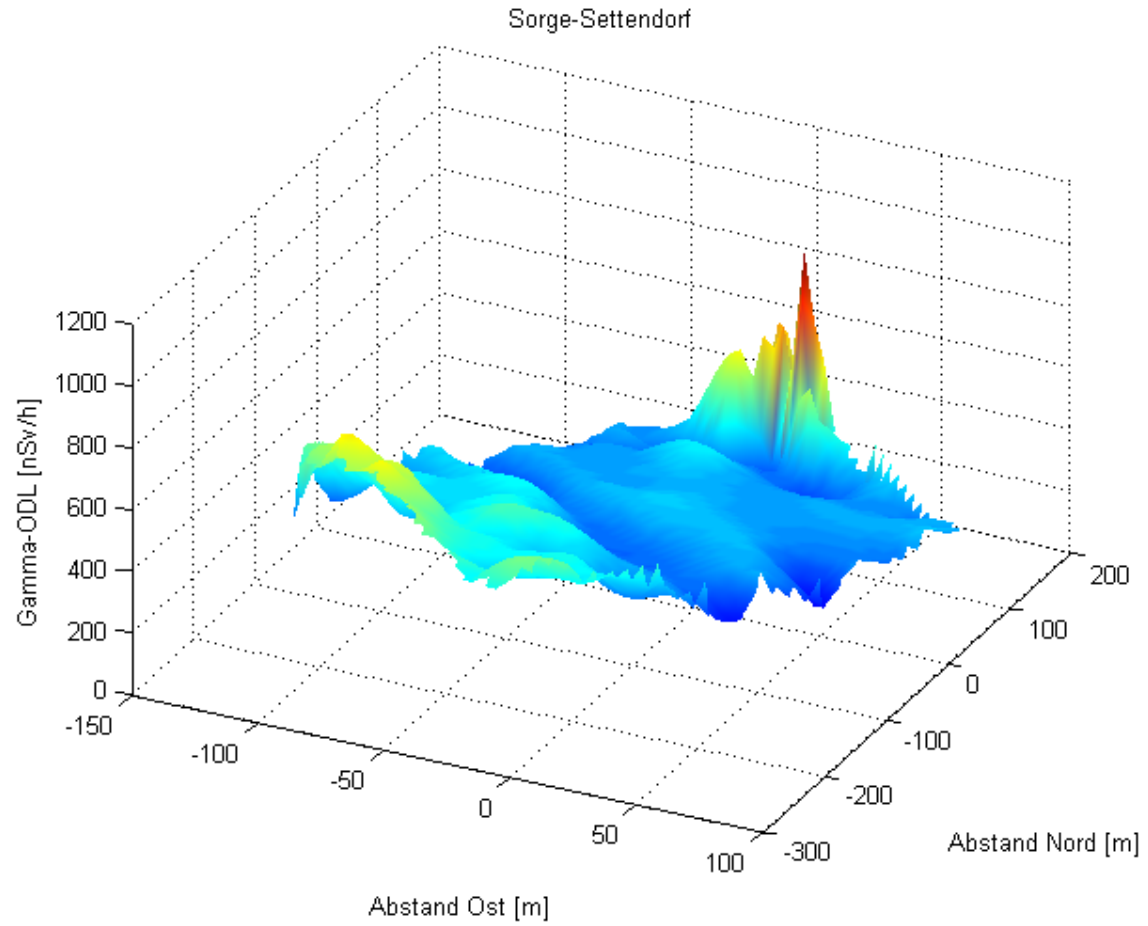

Abb. 3c: 3D-Interpolation der Messwerte des NaI-Szintizähler, nach Kalibrierung auf die BfS Mittelwerte, der Abstand ist in Bezug auf den Flächenmittelpunkt angegeben

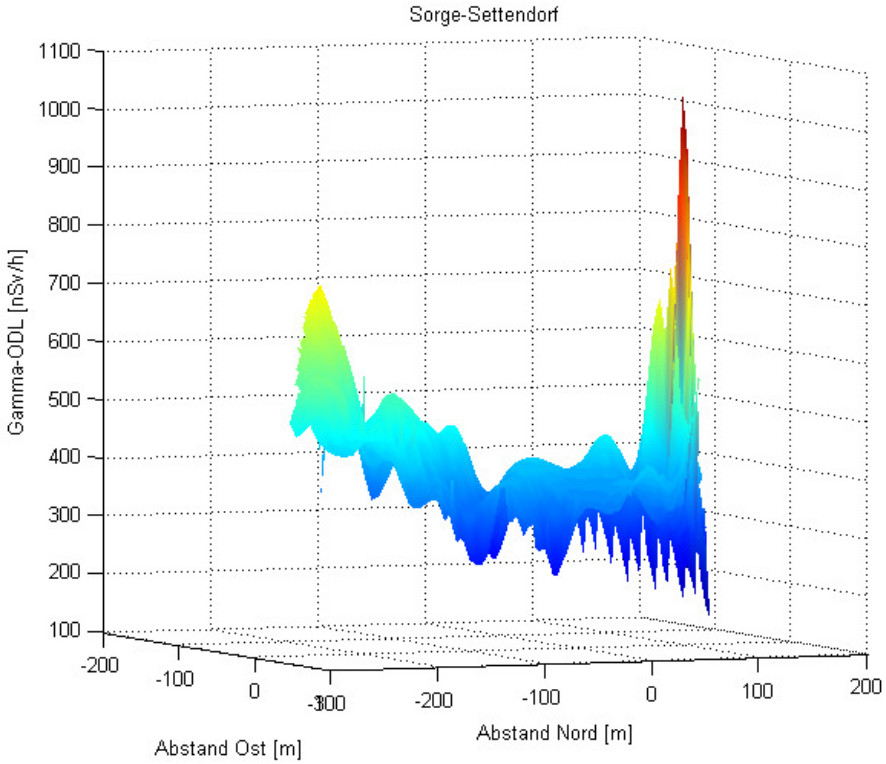

Abb. 3c: 3D-Interpolation der Messwerte des NaI-Szintizähler in Seitenansicht nach Kalibrierung auf die BfS Mittelwerte

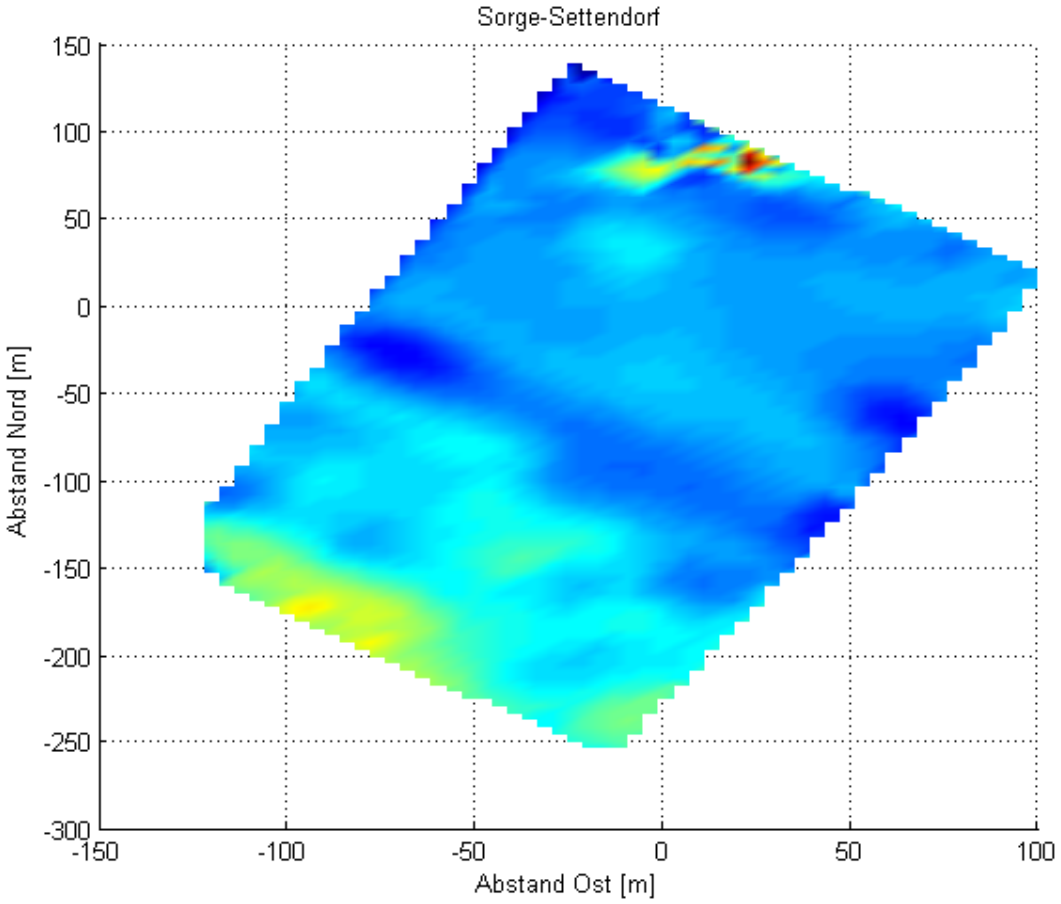

Abb. 3d: Aufsicht auf die 3D-Interpolation der Messwerte des NaI-Szintillationszählers nach Kalibrierung auf die BfS Mittelwerte

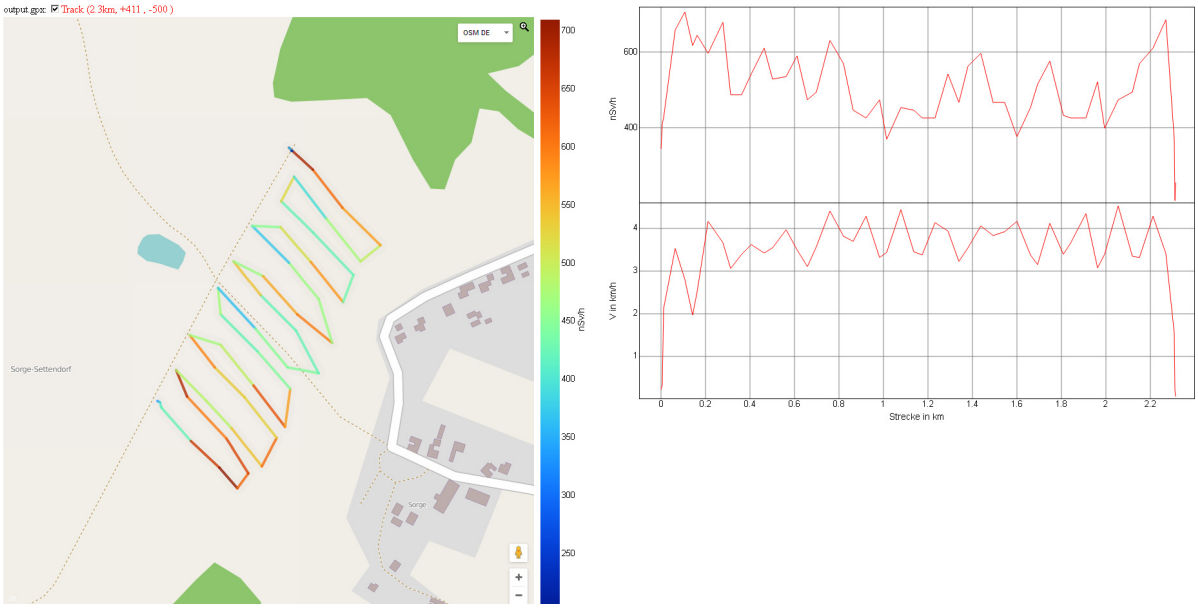

Abb. 4a: Messwerte des Eigenbau GeoRexx-Systems (Arduino-GPS, 1 SBM-20 Zählrohr), rechts Messwertprofil entlang des Wegs und Geschwindigkeit entlang des Messwegs

Abb. 4b: Messwerte des Eigenbau GeoRexx-Systems

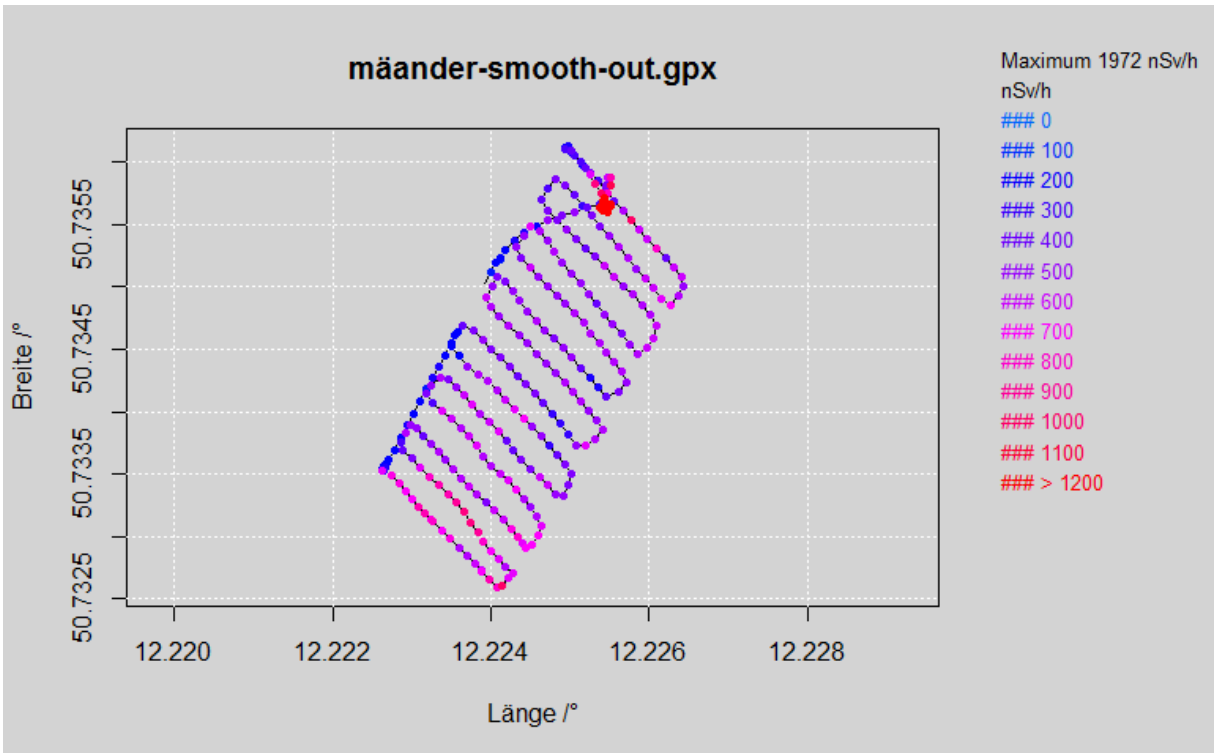

Abb. 5: Messwerte des Eigenbau Szintillationszählers (50x55 Plastik-Szintillator, Garmin-GPS)

)

Abb. 6: Vergleich der Oberflächendosisleistung am Boden am Maximum im Messgebiet

Abb. 7: Vergleich der Oberflächendosisleistung am Boden an einem Punkt außerhalb des Messgebiets (Hinweis der Einheimischen)

Abb. 8: Immer von überall im Blick, die Kirche von Sorge-Settendorf als Mahnmal für die dem Uran-Bergbau zum Opfer gefallenen Dörfer in der Gegend

Abb. 9: Auch noch ein Relikt der DDR-Zeit, die Garage der Freiwilligen Feuerwehr in Sorge-Settendorf

Abb. 10: Die frisch gemähte Wiese des ISIGAMMA Messgebiets, im Hintergrund verbliebene Häuser von Sorge-Settendorf

ISIGAMMA 2005
Internationaler Messvergleich zur Bestimmung der Radioaktivität im Boden mittels In-Situ-Gammaspektrometrie
9. bis 12. Mai 2005
Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt
Christian Brummer
Christopher Strobl
https://doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-2015111813780

Heimatseite von Sorge-Settendorf
http://www.settendorf.de/