



28.06.2013

Übung Aeroradiometrie 2013 vom 24. - 28.06.2013



Übungsbericht und Messresultate

Dieser Bericht ist unter www.naz.ch erhältlich.

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	3
2. Übung Aeroradiometrie 2013.....	4
2.1. StädtmessungenOlten, Aarau, Biel und Thun.....	4
2.2. Messflügeim Auftragdes ENSI.....	4
2.3. Mess- und Trainingsflügeüber zwei Sektoren der Notfallschutzzone2.....	4
2.4. Spezielle Messverfahren: Kandertal, Profilflug Bern-Dübendorf.....	4
2.5. Vergleichsübung mit Messmitteln der Einsatzequipe VBS.....	5
2.6. Weitere Ziele des Aeroradiometrieteams.....	5
2.7. Information der Bevölkerung, der Medien und der Behörden.....	5
2.8. Beteiligte Partnerorganisationen.....	6
3. Resultate der Übung Aeroradiometrie 13.....	7
3.1. Messresultate Region Kernkraftwerk Gösgen und Städte Aarau und Olten.....	7
3.2. Messresultate Region Kernkraftwerk Mühleberg und Stadt Biel.....	12
3.3. Messresultate Berner Oberland: Stadt Thun und Kandertal.....	19
3.4. Messresultate Vergleichsmessung mit Messmitteln der Einsatzequipe VBS.....	23
3.5. Messresultate des Profilfluges Bern-Dübendorf.....	28
3.6. Erkenntnisse Messübung Aeroradiometrie 13.....	30
4. Aeroradiometrie allgemein.....	31
4.1. Wie funktioniert die Aeroradiometrie?.....	31
4.2. Auswertung aeroradiometrischer Daten.....	31
4.3. Messergebnisse in der Umgebung der Kernanlagen.....	31

1. Zusammenfassung

Die Übung Aeroradiometrie 2013 umfasste die Messung der Städte Olten, Aarau, Biel und Thun (und Umgebung), der Umgebung der Kernkraftwerke Mühleberg und Gösgen, eine Messübung mit der Einsatzgruppe VBS sowie eine kleinere Messung im Kandertal. Aufgrund der meteorologischen Lage mussten ein geplanter Messflug im Gebiet Linth-Limmern sowie ein Transversalflug in den Alpen abgesagt werden. Stattdessen wurde ein Profilflug zwischen Bern und Dübendorf via Zentralschweiz durchgeführt.

Die wichtigsten Ergebnisse der Übung Aeroradiometrie 2013:

1. Für das Gebiet der Städte Olten (und Umgebung), Aarau (und Umgebung), Biel (und Umgebung) und Thun konnten Messkarten erstellt werden, welche die normale Radioaktivität abbilden. Es wurden keine ungewöhnlichen Werte festgestellt.
2. In der Umgebung der Kernkraftwerke Mühleberg und Gösgen inklusive zweier Sektoren der Notfallschutzzonen konnte ausserhalb des Betriebsareals keine Ablagerung von künstlicher Radioaktivität festgestellt werden.
3. Das Kandertal wurde von Spiez bis Kandersteg plangemäss ausgemessen und zeigte keine ungewöhnlichen Radioaktivitätsmesswerte.
4. In einer Messübung mit den Einsatzgruppen A-EEVBS wurden verschiedene Messstrategien verglichen und wichtige Erkenntnisse gewonnen.
5. Bei einem Profilflug von Bern nach Dübendorf konnten normale Ortsdosisleistungs-Werte (ODL-Werte) festgestellt werden.
6. Der Ausbildungs- und Trainingsstand der Messspezialisten, Techniker und Piloten der Aeroradiometrie-Equipe ist hoch.

2. Übung Aeroradiometrie 2013

Die diesjährige Messflüge fanden vom 24. bis 27. Juni 2013 vor allem in den Kantonen Bern, Aargau und Solothurn statt. Start- und Landebasis für die Flüge waren der Flugplatz Dübendorf und der Flughafen Bern-Belp.

2.1. Städtemessungen Olten, Aarau, Biel und Thun

Seit mehreren Jahren verfolgt die NAZ ein Städtemessprogramm mit dem Ziel, Nullmessungen von allen Schweizer Städten, grösseren Gemeinden und wichtigen Transportinfrastrukturen zu erhalten. Nullmessungen können zugezogen werden, wenn nach einem Ereignis ein Verdacht auf erhöhte Radioaktivität besteht. Durch den Vergleich der Messung mit der Nullmessung können Abweichungen erkannt werden. Im Rahmen dieses Messprogramms wurde dieses Jahr Olten, Aarau, Biel und Thun vermessen. Damit verfügt die NAZ nun über Messkarten der meisten grossen Schweizer Städte sowie zahlreicher weiterer Städte und Verkehrsinfrastrukturen (Bellinzona, Chiasso, Neuchâtel, La Chaux-de-fonds, Davos, SBB Gotthard, SBB Bern-Zürich, Rangierbahnhof Basel Muttenz, u.a.). Von den 20 grössten Schweizer Städten fehlen im Messprogramm noch Winterthur, Luzern, St. Gallen, Lugano, Schaffhausen, Freiburg, Chur, Uster und Sitten.

2.2. Messflüge im Auftrag des ENSI

Alle Schweizer Kernanlagen werden im Auftrag des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) im Zweijahresrhythmus ausgemessen. Turnusgemäss wurden dieses Jahr die Kernkraftwerke Gösgen und Mühleberg aeroradiometrisch vermessen. Zudem wurde das Standardmessgebiet um das Kernkraftwerk Gösgen so erweitert, dass auch die Städtemessungen Aarau und Olten in die Messflüge einbezogen werden konnten.

2.3. Mess- und Trainingsflüge über zwei Sektoren der Notfallschutzzone 2

Die Messgebiete rund um die Kernkraftwerke wurden jeweils um einen Sektor der Notfallschutzzone 2 erweitert. Dafür wurden der Sektor 3 des Kernkraftwerks Gösgen und Sektor 5 des Kernkraftwerks Mühleberg ausgewählt.

Mit diesen Messungen sollte primär eine Messstrategie beübt werden, mit der in einem Ereignisfall rasch von einem Ereignis betroffene Gebiete grob bestimmt werden können. Zudem wurden Referenzwerte der überflogenen Gebiete gewonnen. Als Distanz zwischen den Fluglinien wurde 1km gewählt. Diese Linien wurden an zwei Orten verdichtet und drei Linien wurden verlängert. Auch im Ereignisfall wäre das Vorgehen so, dass nach Bedarf einzelne Linien ausgelassen oder z.B. bei grösseren Ortschaften die Messungen verdichtet würden.

2.4. Spezielle Messverfahren: Kandertal, Profilflug Bern-Dübendorf

Die Aeroradiometrie-Equipe erhielt den Auftrag in zwei Flügen spezielle Messverfahren durchzuführen und zu üben. Dabei wurde auf die Festlegung von vordefinierten Fluglinien verzichtet. Über dem Kandertal erfolgte die Führung durch den Operator (Kommunikation mit den Piloten), hingegen ist der Profilflug Bern - Dübendorf durch die Piloten selbständig durchgeführt worden.

Der Talboden des Kandertals zwischen Spiez und Kandersteg ist topographisch anspruchsvoll und enthält eine wichtige Verkehrsachse (BLS Lötschberg). Beim Profilflug von Bern nach Dübendorf (via Burgdorf, Langenthal, Sursee, Lenzburg und Bremgarten) wurde eine vergleichsweise grosse Fläche mit einem grossen Linienabstand (10km) vermessen.

Aufgrund der anspruchsvollen Topographie und interessanten Messstrategie boten beide Messungen optimale Verhältnisse für die Ausbildung und das Training der Messequipe und die Piloten. Der Profilflug Bern-Dübendorf wurde kurzfristig ins Messprogramm aufgenommen, da aufgrund der meteorologischen Lage ein geplanter Messflug im Gebiet Linth-Limmern sowie ein Transversalflug in den Alpen abgesagt werden mussten.

2.5. Vergleichsübung mit Messmitteln der Einsatzequipe VBS

Die Übung mit der Einsatzequipe VBS (EEVBS) wurde primär durchgeführt, um die Messresultate von drei verschiedenen Messmitteln der Probenahme- und Messorganisation des Bundes zu vergleichen, nämlich der Aeroradiometrie (Messung aus der Luft), der Bodenradiometrie (Messung aus einem Fahrzeug) und der In-Situ Gamma-Spektrometrie (portables Messgerät). Die drei Messmittel haben grundsätzlich die gleiche Messtechnik (Gamma-Spektrometrie), aber haben unterschiedliche Messgeräte und benützen unterschiedliche Messstrategien (Messflüge, Messfahrten und Punktmessungen).

Zusätzliche Messflüge wurden durchgeführt, um die Einflüsse der Vegetation auf die Messungen besser zu untersuchen (Vergleichsmessungen mit radioaktiven Quellen, die abwechslungsweise in einem Wald und auf einer Wiese platziert wurden). Weiter wurde die Auswirkung der Flughöhe mittels Messungen aus verschiedenen Abständen über Boden analysiert (Überprüfung und Optimierung, der in die Auswertung einflussenden externen Faktoren: Luftabschwächung und kosmische Strahlung).

2.6. Weitere Ziele des Aeroradiometrieteams

Folgende weitere Ziele sollten in der Messwoche erreicht werden:

- Zeitgerechter Einbau und Herstellung der Einsatzbereitschaft des Messgeräts.
- Training der für einen Einsatz notwendigen Kenntnisse bezüglich: Vorbereitung eines Einsatzes, Bedienung der Geräte im Einsatz, Auswertung und Interpretation der Resultate vor Ort, Piloten-Training.
- Training der Kommunikation zwischen Piloten und Messequipe (bspw. Führung des Fluges durch Operator).
- Darstellung der Messresultate: Eine Zusammenstellung und Interpretation der Resultate liegt innert 2 Stunden nach dem letzten Flug vor.
- Überprüfung und Aktualisierung der Einsatzdokumentation.
- Training bezüglich Operationen von ausserhalb der Heimatbasis Dübendorf.

2.7. Information der Bevölkerung, der Medien und der Behörden

Aufgrund der Lärmemissionen des Messhelikopters wurde Wert auf eine umfassende

Vorabinformation der Bevölkerung gelegt. Dazu wurden die Behörden aller betroffenen Gemeinden sowie die Kantonspolizei aller betroffenen Kantone per Brief über die bevorstehenden Flüge orientiert und gebeten, bei allfälligen Fragen aus der Bevölkerung auf die NAZ zu verweisen.

Zu den Messflügen wurde in Zusammenarbeit mit dem Labor Spiez (LS) ein Point de Presse im Labor Spiez veranstaltet. Dabei wurde auch eine Besichtigung eines Radioaktivitätslabors des LS, eines mobilen Messlabors der Einsatzgruppe VBS (EEVBS) und des Messhelikopters angeboten; Medienvertreter konnten bei einem Kurzmessflug über Thun dabei sein. In einer Medienmitteilung vom 18.06.2013 wurden alle Messflüge angekündigt. Die Lokalmedien, insbesondere Lokalradios in den betroffenen Gebieten, wurden zusätzlich auf die entsprechenden Daten aufmerksam gemacht. Dank des guten Medienechos konnte die Bevölkerung gut über die Flüge informiert werden. Bei den Kantonspolizeien Bern, Aargau und Solothurn wurden keine (oder höchstens vereinzelte) Anrufe wegen der Flüge verzeichnet. Die NAZ beantwortete zahlreiche Medienanfragen und eine einzelne Nachfrage aus der Bevölkerung.

2.8. Beteiligte Partnerorganisationen

Folgende Organisationen waren in die Vorbereitung und Durchführung der Übung Aeroradiometrie 2013 involviert:

- NAZ und Stab BR NAZ
- Schweizer Luftwaffe
- Fachgruppe Aeroradiometrie
- ENSI
- Labor Spiez und EE VBS

Die NAZ und das Aeroradiometrieteam danken allen Beteiligten für die Zusammenarbeit.

3. Resultate der Übung Aeroradiometrie 13

3.1. Messresultate Region Kernkraftwerk Gösgen und Städte Aarau und Olten

Turnusgemäss wurden dieses Jahr die Kernkraftwerke Mühleberg und Gösgen aeroradiometrisch gemessen. In diesem Jahr wurden rund um das Kernkraftwerk Gösgen erweiterte Gebiete ausgemessen, darunter auch ein Sektor der Notfallschutzzone 2 und die Städte Aarau und Olten.

Angaben zum Messflug Kernkraftwerk Gösgen, Olten, Aarau:

Datum:	24.06.2013
Fluglinien:	Abstand 250m, 28 Linien
Flugzeit:	3h 30min
Fluggebiet:	Umgebung Kernkraftwerk Gösgen, Olten, Aarau; ca. 115 km ²
Flughöhe über Grund:	ca. 90 m

Bemerkung: das Kernkraftwerk Gösgen befindet sich im Moment in Revision.

Karte der Ortsdosisleistung

Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt ausserhalb des Betriebsareals des Kernkraftwerks Gösgen normale Werte. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf Einflüsse der Geologie und Topographie, der Wasserläufe sowie auf die Vegetation zurückzuführen.

In den Städten Olten und Aarau wurden erwartungsgemäss keine erhöhten Werte festgestellt. Deutlich sichtbar ist die Aare, die durch beide Städte fliesst. Aufgrund der Abschirmung der terrestrischen Strahlung durch das Wasser fallen die Messwerte direkt über der Aare niedriger aus.

Gegenüber allen bereits in früheren Jahren gemessenen Gebieten in der Umgebung des Kernkraftwerks konnte keine Veränderung festgestellt werden.

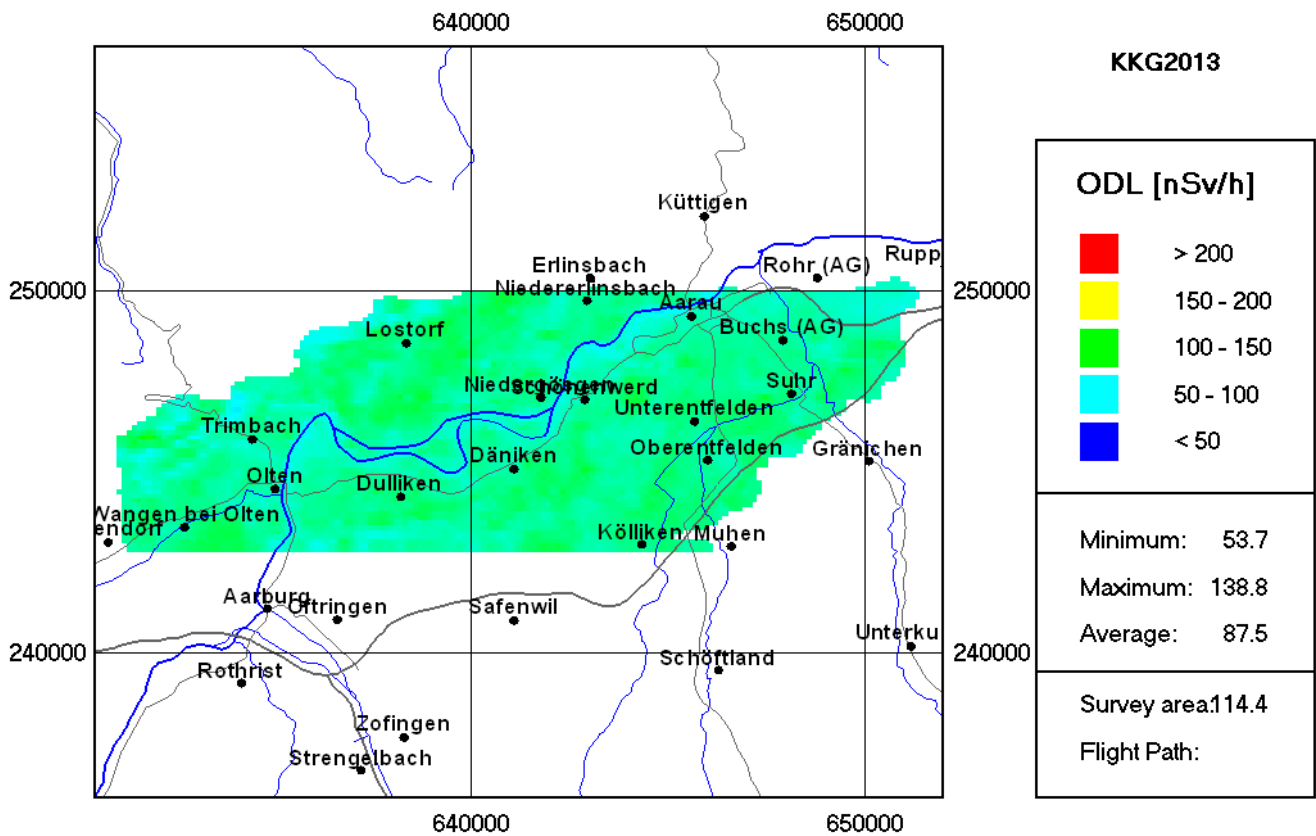


Abbildung 1: Karte der Ortsdosisleistung in der Umgebung des Kernkraftwerks Gösgen und die Städte Aarau und Olten.

Cäsium-Karte (Cs-137)

Auf der Cs-Karte wurden keine erhöhten Werte festgestellt, die auf einer künstlichen Ablagerung von Cäsium hinweisen.

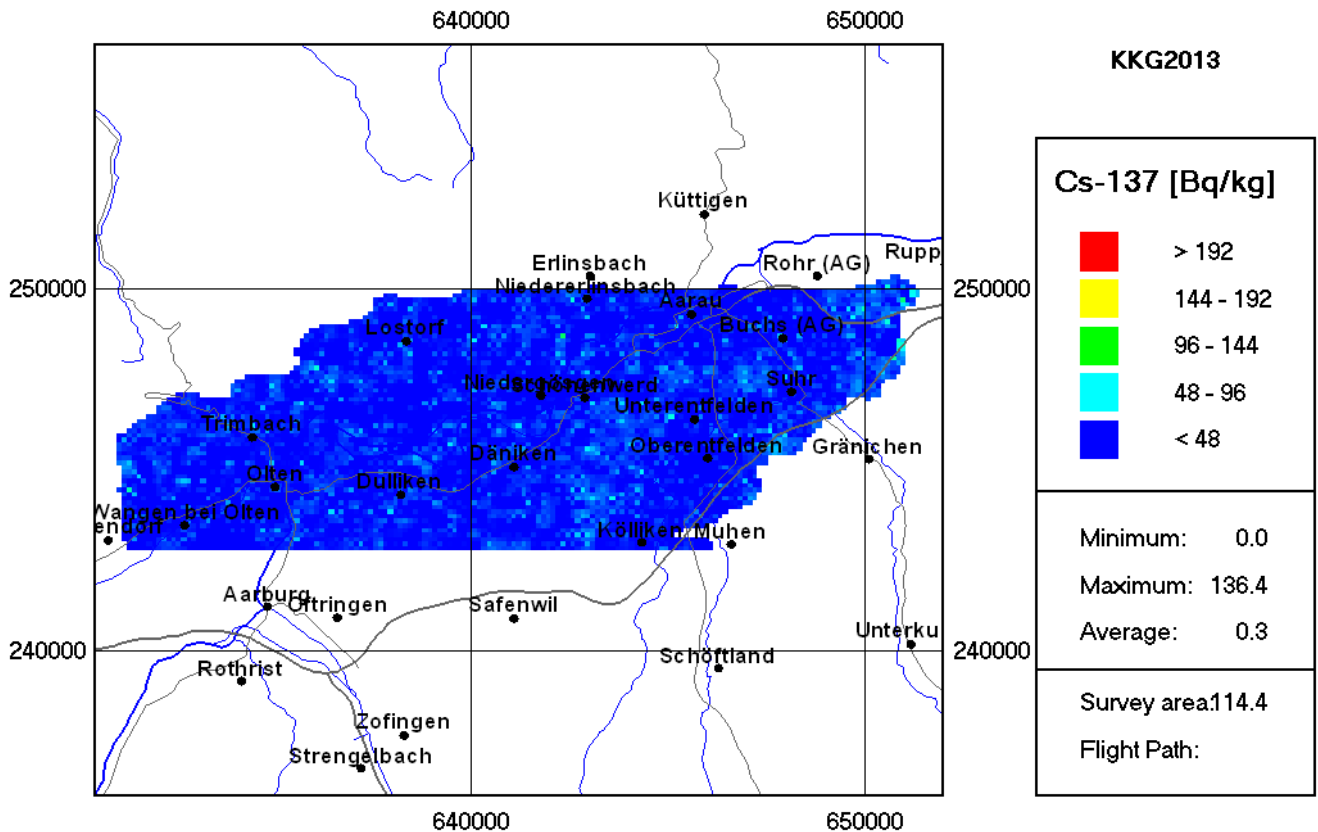


Abbildung 2: Cs-Karte in der Umgebung des Kernkraftwerks Gösgen und die Städte Aarau und Olten.

Angaben zum Messflug Kernkraftwerk Gösgen Sektor 3 der Notfallschutzzone 2:

Datum: 24.06.2013
 Fluglinien: Abstand 1000 m, 16 Linien
 Flugzeit: 2h
 Fluggebiet: Kernkraftwerk Gösgen, Sektor 3; ca. 380 km²
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung

Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt im ganzen Gebiet normale Werte. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf Einflüsse der Geologie und Topographie der Wasserläufe sowie auf die Vegetation zurückzuführen.

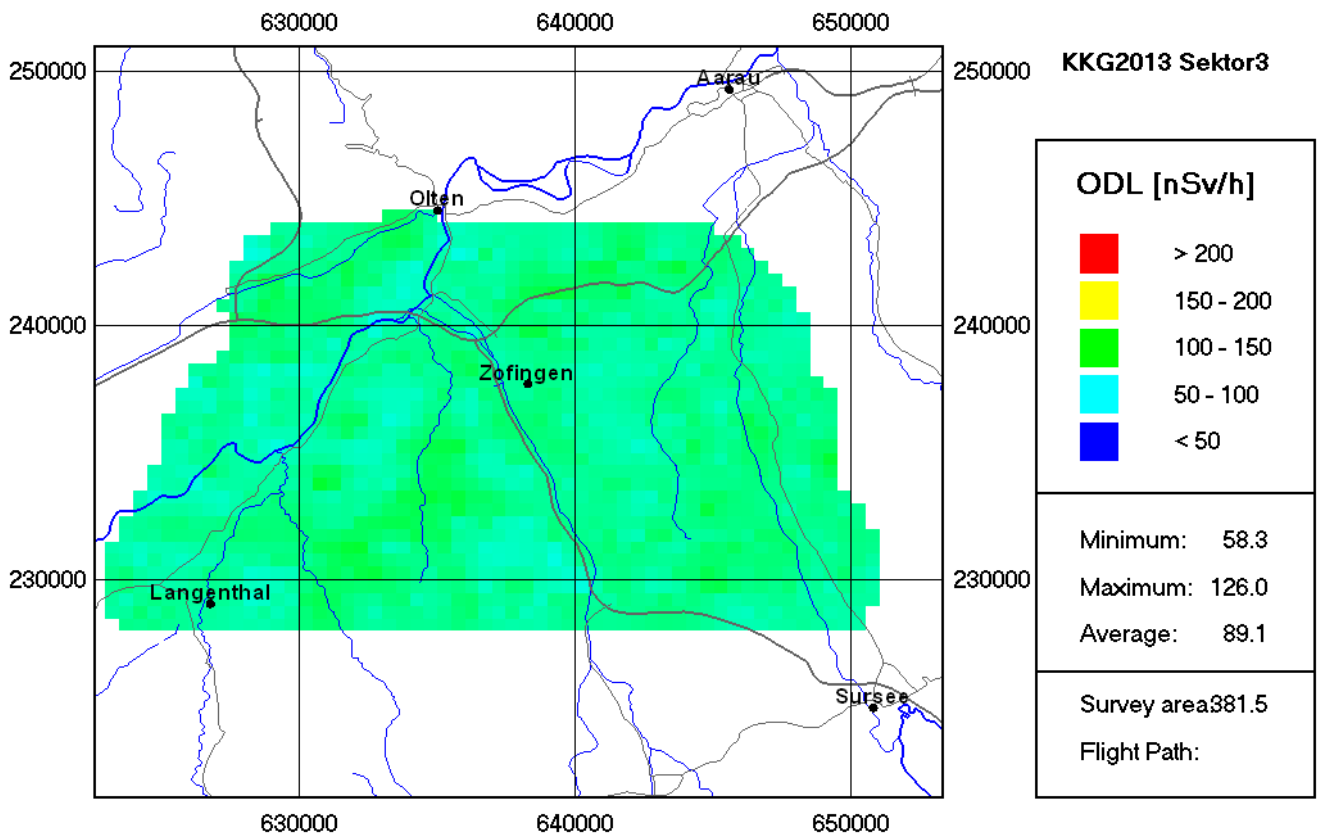


Abbildung 3: Karte der Ortsdosisleistung im Sektor 3 der Notfallschutzzone 2 des Kernkraftwerks Gösgen.

Cäsium-Karte (Cs-137)

Die Karte der Cs-137-Aktivität zeigt analog, zur ODL-Karte keine erhöhte Werte, welche auf ein Vorkommen von radioaktiven Cäsium hinweisen würden.

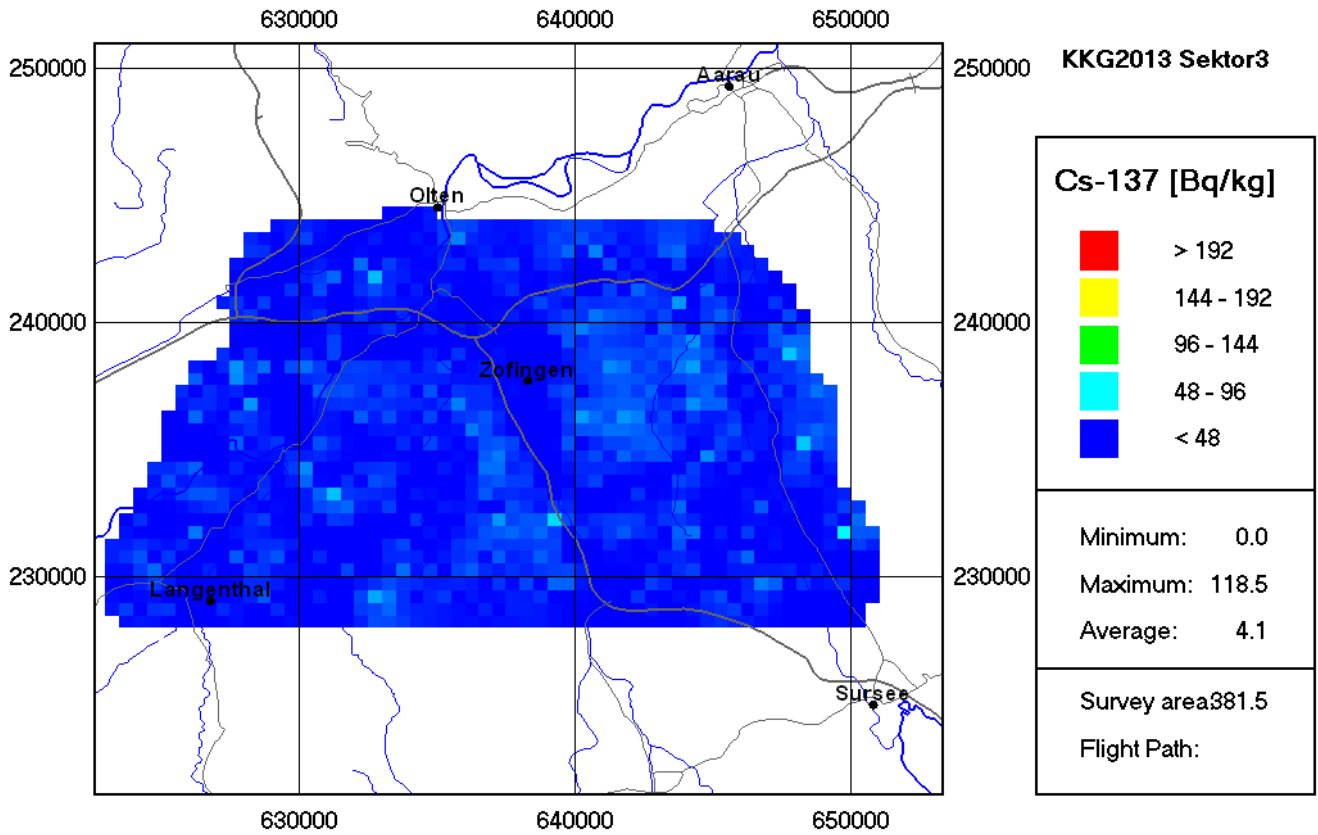


Abbildung 4: Cs-Karte im Sektor 3 der Notfallschutzzone 2 des Kernkraftwerks Gösgen.

3.2. Messresultate Region Kernkraftwerk Mühleberg und Stadt Biel

Turnusgemäss wurden dieses Jahr die Kernkraftwerke Mühleberg und Gösgen aeroradiometrisch gemessen. In diesem Jahr wurden rund um das Kernkraftwerk Mühleberg erweiterte Gebiete ausgemessen, darunter auch ein Sektor der Notfallschutzzone 2 und die Stadt Biel.

Angaben zum Messflug Kernkraftwerk Mühleberg

Datum:	25.06.2012
Fluglinien:	Abstand 250 m, 24 Linien
Flugzeit:	2h
Fluggebiet:	Umgebung Kernkraftwerk Mühleberg; ca. 90 km ²
Flughöhe über Grund:	ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung

Das Kernkraftwerk Mühleberg ist auf der Karte klar zu erkennen. Die Erhöhung der Ortsdosisleistung direkt über dem KKM ist zu erwarten, da bei Siedewasserreaktoren wie Mühleberg und Leibstadt, Frischdampf mit Stickstoff N-16 aus dem Reaktor in das Maschinenhaus geleitet wird. Die Gammastrahlung des Stickstoffisotops N-16 kann somit unmittelbar über dem Maschinenhaus infolge geringerer Dachabschirmung aus der Luft gut detektiert werden. Aus dem Reaktor selber ist aufgrund der dicken Schutzhülle keine Gammastrahlung messbar. Diese Werte wurden bereits in den vergangenen Jahren beobachtet. Ausserhalb des umzäunten Areals konnten keine Werte festgestellt werden, die erhöht sind. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf Einflüsse der Geologie und Topographie der Wasserläufe sowie auf die Vegetation zurückzuführen. Deutlich sichtbar ist der Wohlensee mit tiefen Werten.

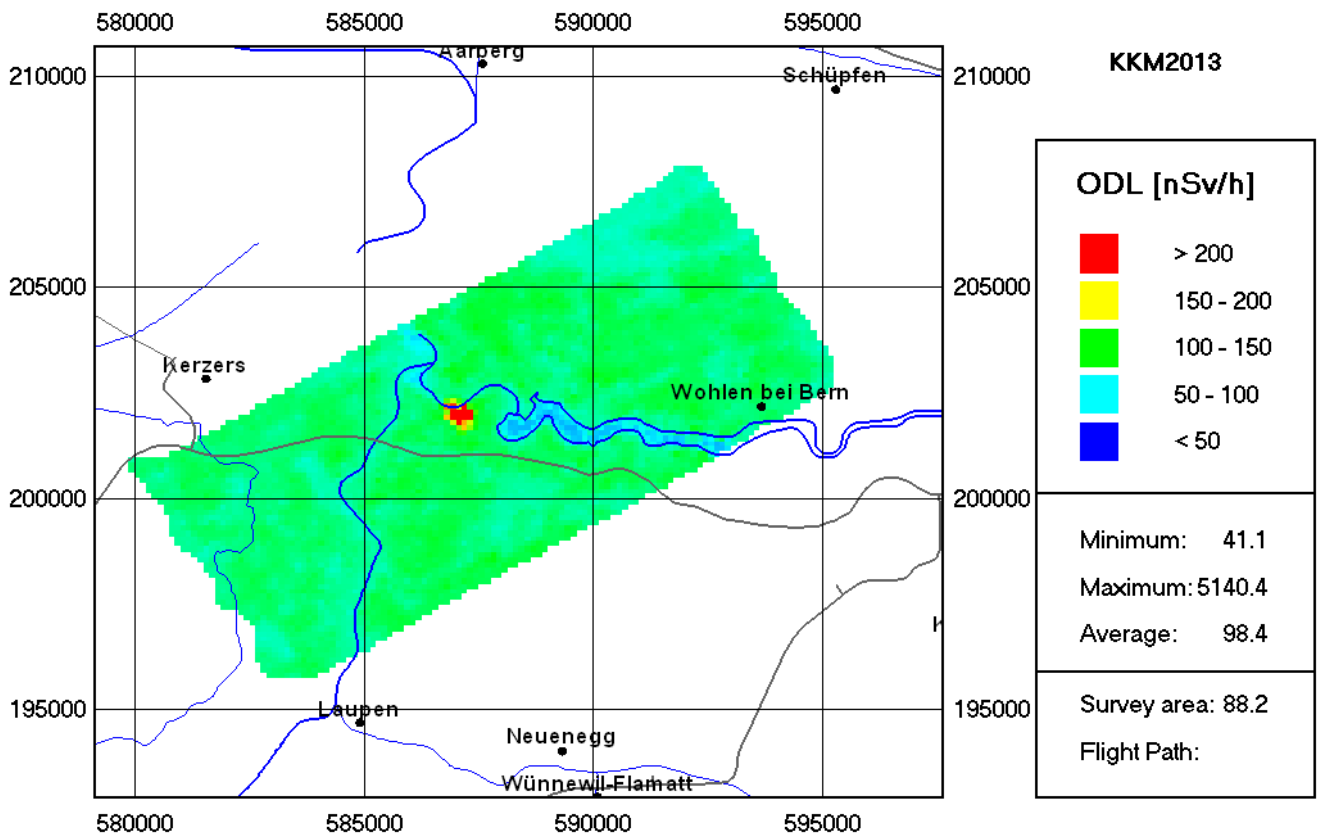


Abbildung 5: Karte der Ortsdosisleistung in der Umgebung KKM.

Cäsium-Karte

Auf der Cs-Karte wurden keine erhöhten Werte festgestellt, die auf einer künstlichen Ablagerung von Cäsium hinweisen.

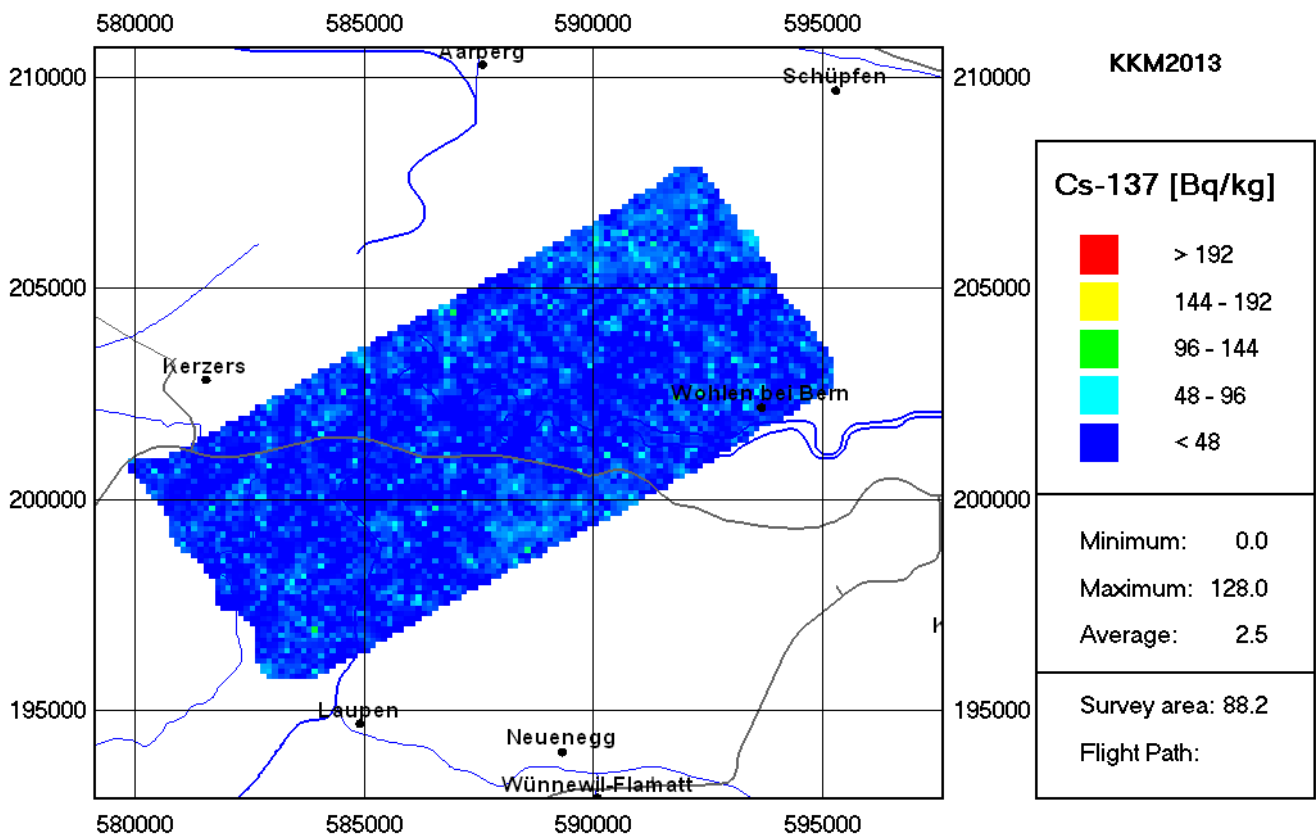


Abbildung 6: Cs-Karte in der Umgebung KKM.

Angaben zum Messflug Kernkraftwerk Mühleberg Sektor 5 der Notfallschutzzone 2:

Datum: 25.06.2013
Fluglinien: Abstand 1000 m, 11 Linien
Flugzeit: 1h
Fluggebiet: Kernkraftwerk Mühleberg, Sektor 5; 210 km²
Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung

Die Karte der Ortsdosisleistung (ODL) zeigt normale Werte. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf Einflüsse der Geologie und Topographie der Wasserläufe sowie auf die Vegetation zurückzuführen. Deutlich sichtbar ist der Bielersee mit tiefen Werten.

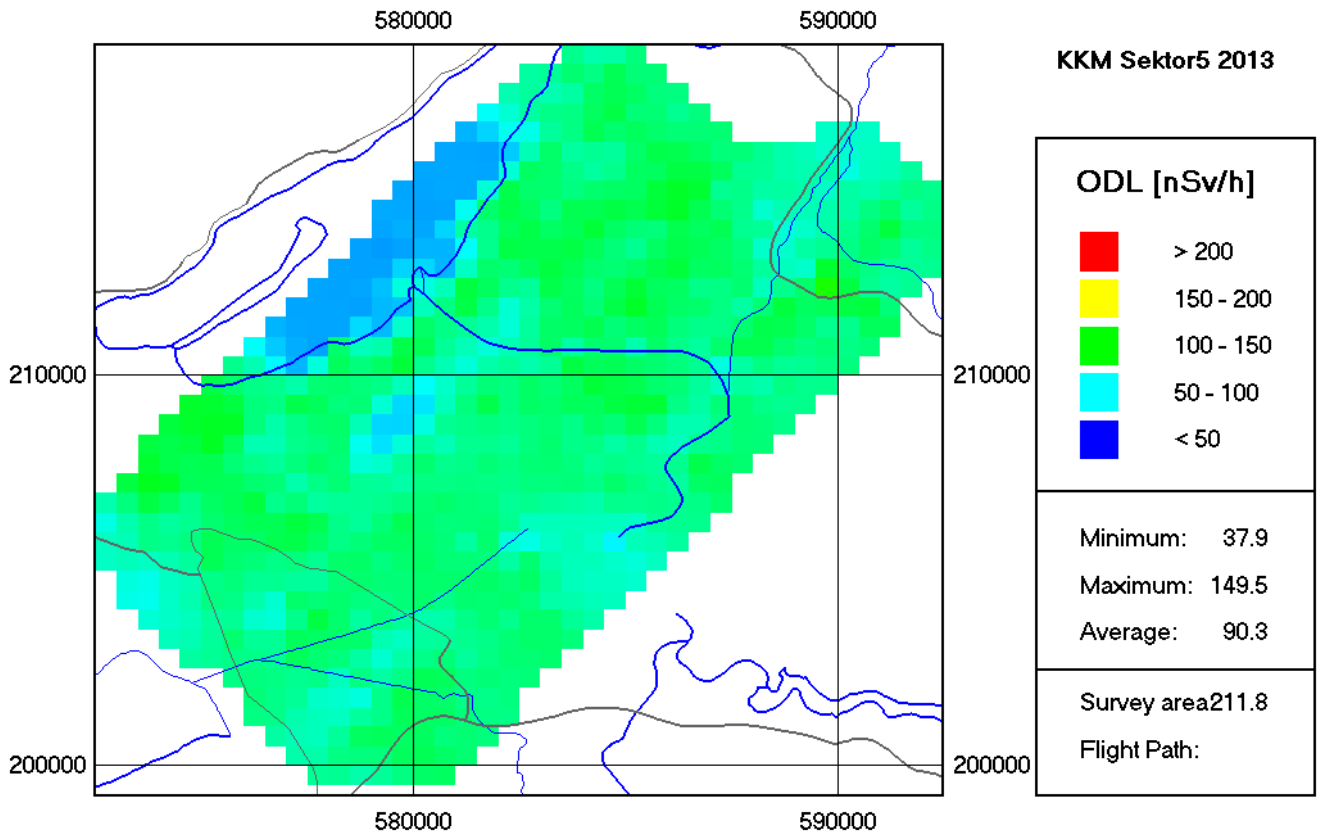


Abbildung 7: Karte der Ortsdosisleistung Sektor 5 der Notfallschutzzone 2 des Kernkraftwerks Mühleberg.

Cäsium-Karte

Auf der Cs-Karte wurden keine erhöhten Werte festgestellt, die auf einer künstlichen Ablagerung von Cäsium hinweisen.

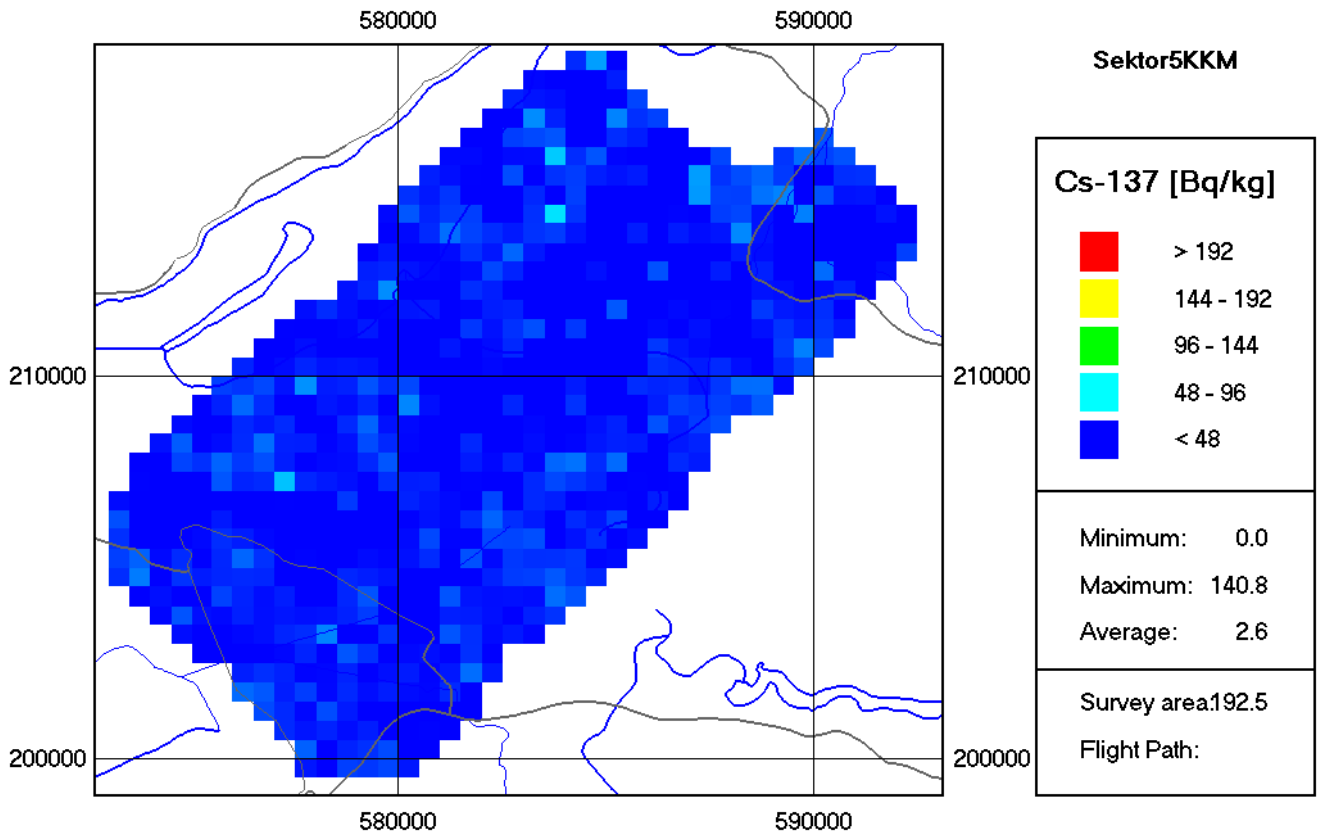


Abbildung 8: Cs-Karte des Sektors 5 der Notfallschutzzone 2 des Kernkraftwerks Mühleberg.

Angaben zum Messflug Städtemessung Biel:

Datum: 25.06.2012
Fluglinien: Abstand 250 m, 23 Linien
Flugzeit: 1h 30min
Fluggebiet: Biel; 56 km²
Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung

In Biel wurden erwartungsgemäss keine erhöhten Werte festgestellt. Deutlich sichtbar sind der Bielersee, der Nidau-Büren-Kanal und die Alte Aare. Aufgrund der Abschirmung der terrestrischen Strahlung durch das Wasser fallen die Messwerte dort niedriger aus.

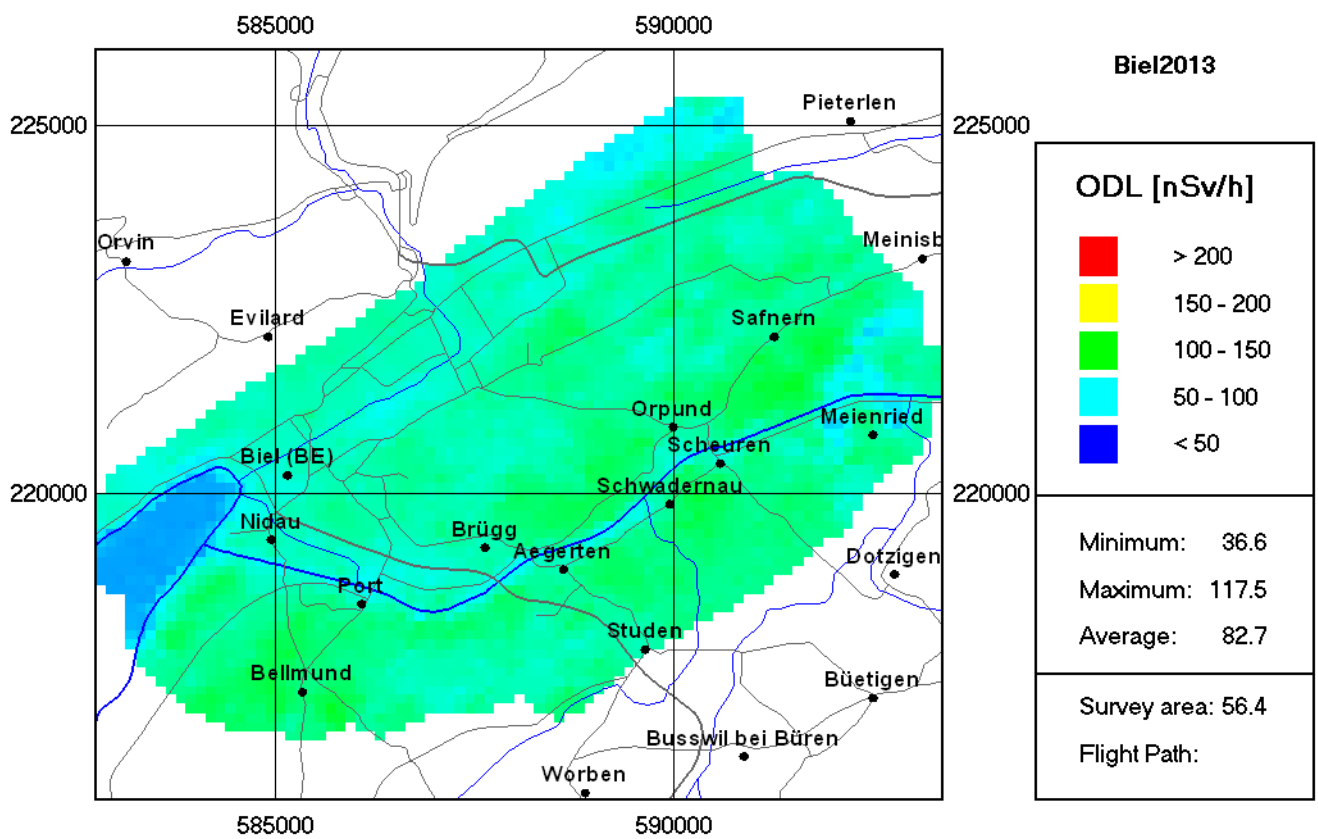


Abbildung 9: Karte der Ortsdosisleistung Biel.

Cäsium-Karte

Auf der Cs-Karte wurden keine erhöhten Werte festgestellt, die auf einer künstlichen Ablagerung von Cäsium hinweisen.

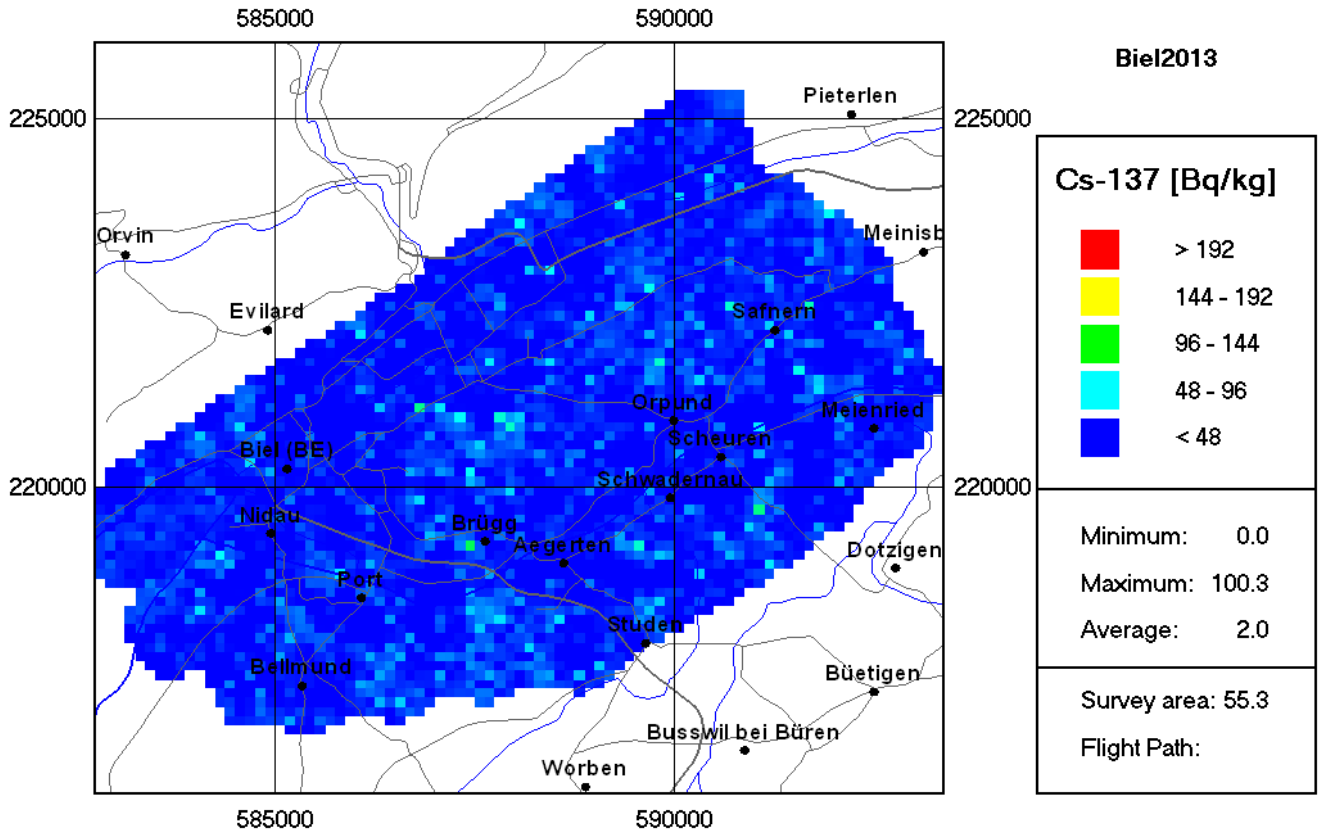


Abbildung 10: Cs-Karte Biel.

3.3. Messresultate Berner Oberland: Stadt Thun und Kandertal

Die Messung der Stadt Thun wurde in zwei Messflügen durchgeführt. Der erste Teil des Messfluges wurde zusätzlich zur Medieninformation genutzt, indem Medienschaffende im Anschluss an einen Point de Presse in Spiez die Arbeit des Messteams an Bord beobachten konnten.

Angaben zum Messflug Thun:

Datum: 26.06.2013
Fluglinien: Abstand 250 m, 15 Linien
Flugzeit: 1h
Fluggebiet: Thun; ca. 30 km²
Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung

In Thun wurden erwartungsgemäss keine erhöhten Werte festgestellt. Die gemessenen Werte stimmen mit dem Mittelwert überein, welcher für das Schweizer Mittelland erwartet wird (Wertebereich zwischen 50 nSv/h und 120 nSv/h). Deutlich sichtbar sind der Thunersee und die Aare. Aufgrund der Abschirmung der terrestrischen Strahlung durch das Wasser fallen die Messwerte dort niedriger aus.

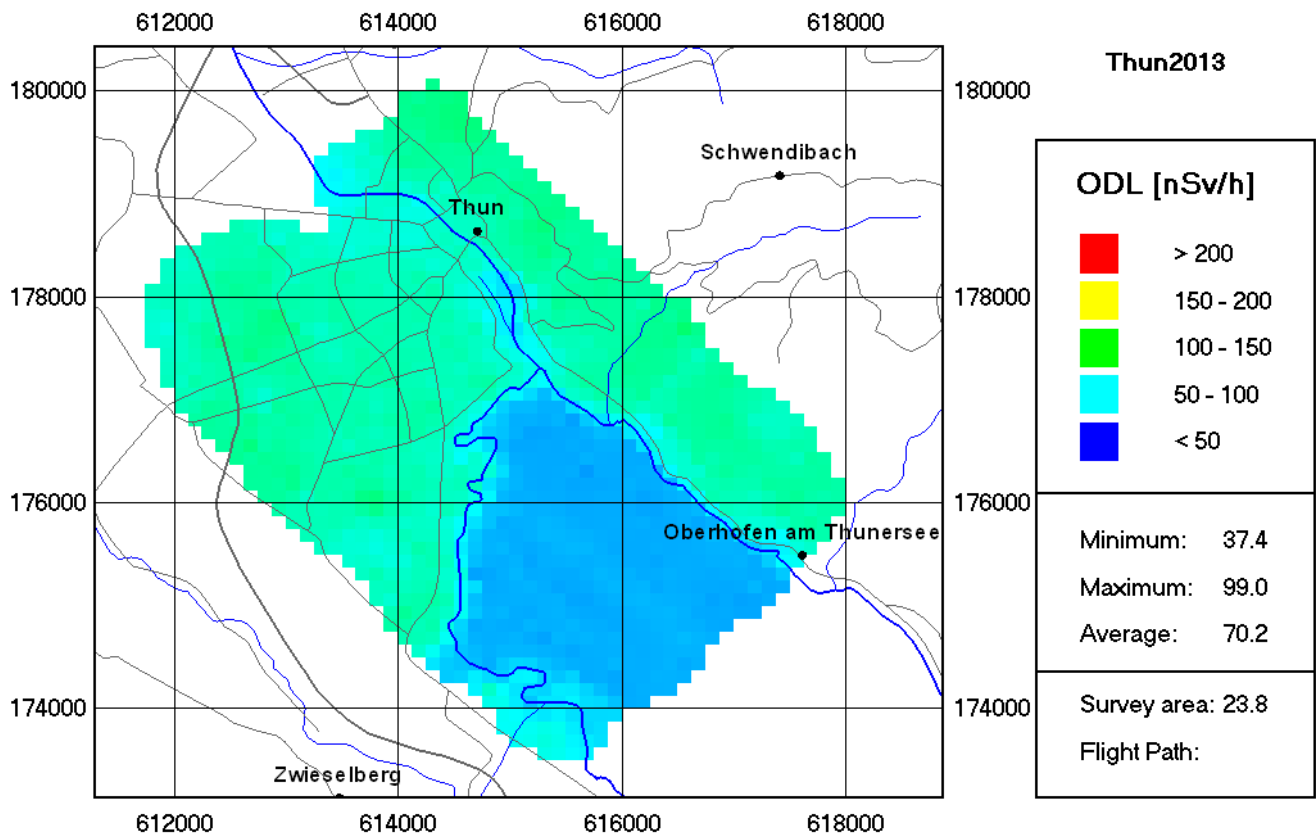


Abbildung 11: Karte der Ortsdosisleistung der Stadt Thun.

Cäsium-Karte

Auf der Cs-Karte wurden keine erhöhten Werte festgestellt, die auf einer künstlichen Ablagerung von Cäsium hinweisen.

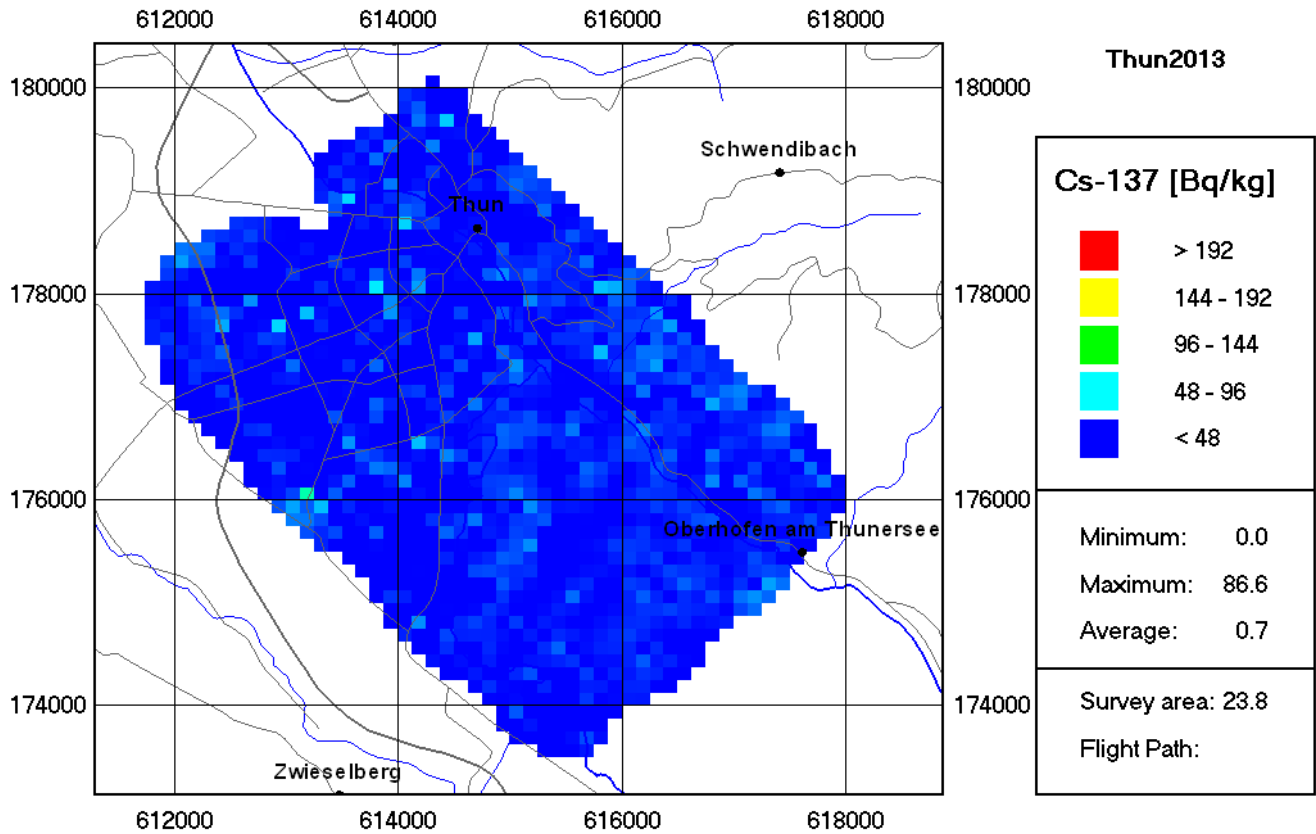


Abbildung 12: Cs-Karte der Stadt Thun

Angaben zum Messflug Spiez-Kandersteg:

Datum: 26.06.2013
Fluglinien: Abstand 100-250m, 5 Linien (manuell geflogen)
Flugzeit: 1h
Fluggebiet: Kandertal (Spiez-Frutigen-Kandersteg); ca. 56 km²
Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung

Die Karte der Ortsdosisleistung (ODL) zeigt durchwegs normale Werte. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf Einflüsse der Geologie und Topographie der Wasserläufe sowie auf die Vegetation zurückzuführen. Erwartungsgemäss trat am Rand des Talbodens ein Topographieeffekt auf (siehe Erklärung unten).

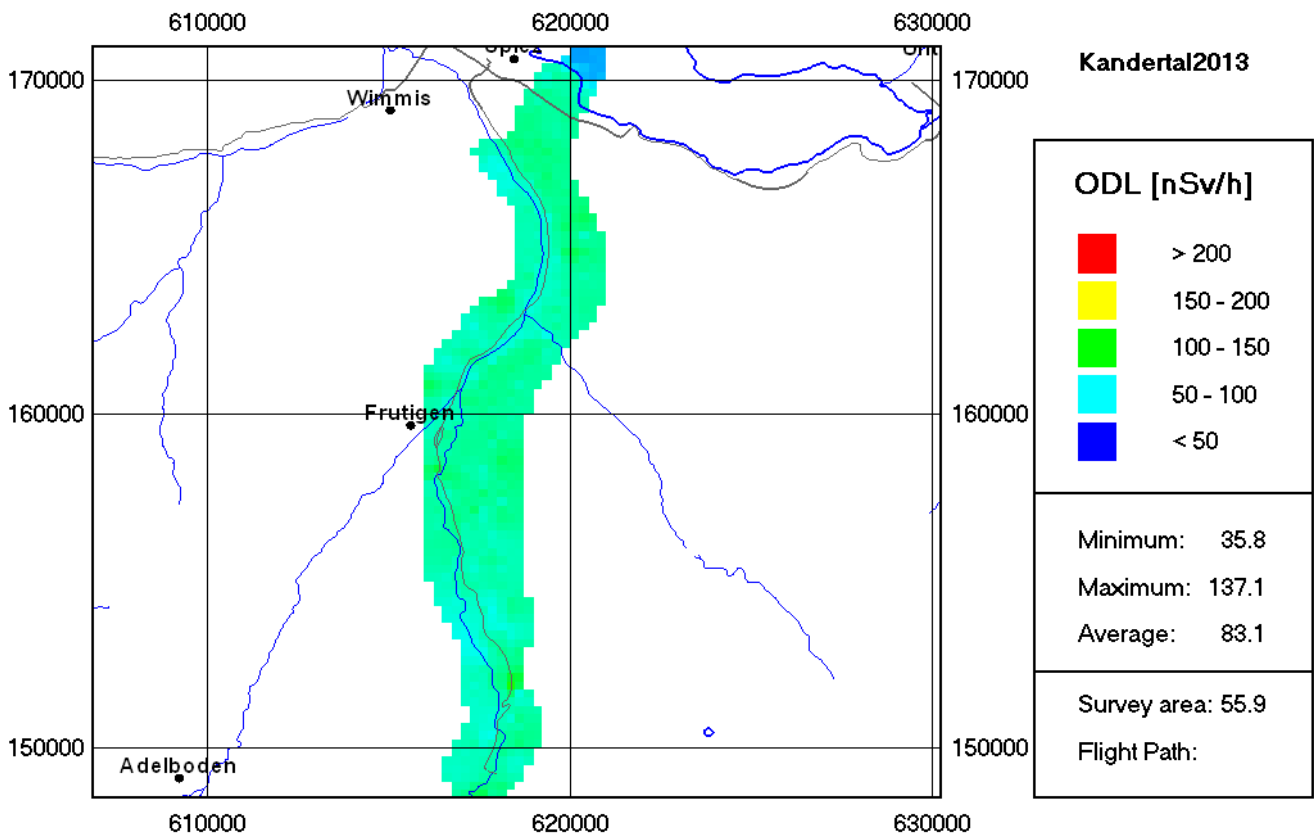


Abbildung 13: Karte der Ortsdosisleistung Kandertal Spiez-Kandersteg.

Topographieeffekt:

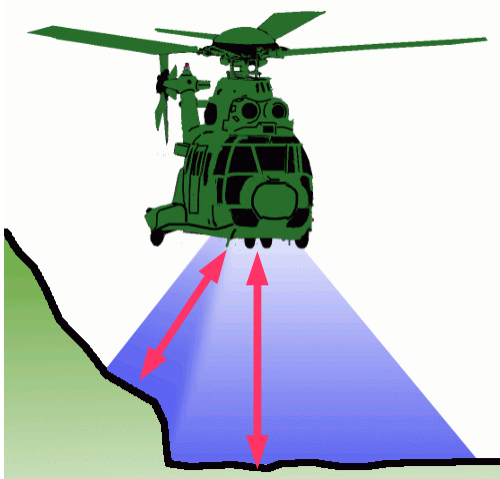


Abbildung 14: Topographieeffekt. Die Bergflanken liegen im Vergleich zum Talboden näher am Messgerät.

Berghänge haben einen Einfluss auf das Messsignal, da steil aufragende Bergflanken im Vergleich zum Talboden näher am Messgerät liegen. Dieser Einfluss wird mit Hilfe einer Topographie-Korrektur bei der Datenauswertung berücksichtigt (siehe „How to handle rugged topography in airborne gamma-ray spectrometry survey, G.F. Schwarz, E. Klingelé and L. Rybach, First Break, Vol 10, No 1, January 1992). Die Korrektur muss Annahmen voraussetzen, die in der Natur nicht unbedingt erfüllt sind (z.B. gleichmässige Verteilung von Radionukliden), was zu Fehlinterpretationen (Topographieeffekt) führen kann. Auf den in diesem Kurzbericht abgebildeten Messkarten kann dieser Effekt dazu führen, dass zu hohe Ortsdosisleistungen bzw. zu hohe Konzentrationen eines Nuklids ausgewiesen werden.

Cäsium-Karte

Auf der Cs-Karte wurden keine erhöhten Werte festgestellt, die auf einer künstlichen Ablagerung von Cäsium hinweisen.

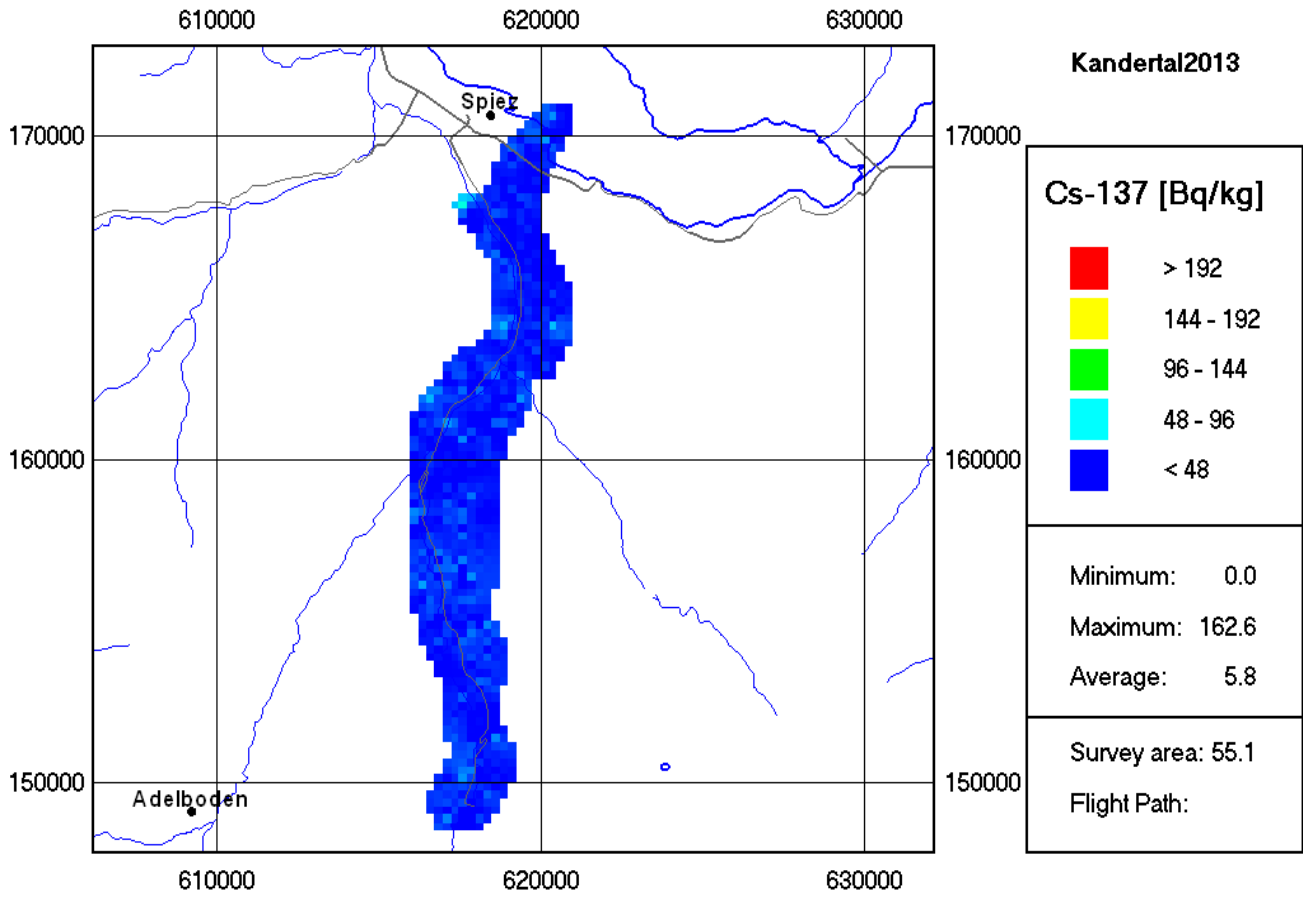


Abbildung 15: Cs-Karte Kandertal Spiez-Kandersteg.

3.4. Messresultate Vergleichsmessung mit Messmitteln der Einsatzequipe VBS

Die Übung mit der Einsatzequipe VBS (EEVBS) wurde erfolgreich durchgeführt. Das Hauptziel war der Vergleich der Messresultate von drei verschiedenen Messmitteln, nämlich der Aeroradiometrie (Messung aus der Luft), der Bodenradiometrie (Messung aus einem Fahrzeug) und der In-Situ Gamma-Spektrometrie (portables Messgerät), die die gleiche Messtechnik (Gamma-Spektrometrie) verwenden, aber mit unterschiedlichen Messgeräten und Messstrategien.

Zusätzliche Messflüge wurden durchgeführt, um die Einflüsse der Vegetation auf die Messungen besser zu untersuchen (Vergleichsmessungen mit radioaktiven Quellen, die abwechselungsweise in einem Wald und auf einer Wiese platziert wurden). Weiter wurde die Auswirkung der Flughöhe mittels Messungen aus verschiedenen Abständen über Boden durch Steig- bzw. Sinkflüge analysiert (Überprüfung und Optimierung, der in die Auswertung einflussenden externen Faktoren, nämlich Luftabschwächung und kosmische Strahlung). Die radioaktiven Quellen wurden in abgesperrtem Gelände ausgelegt und ständig überwacht.

Die detaillierte Auswertung aller Messungen wird nach dieser Übungswoche erfolgen. Die Resultate werden im wissenschaftlichen Bericht zu den Messflügen 2013 des Paul Scherrer Instituts publiziert.



Abbildungen 16-18: Verschiedene Messmittel im Einsatz während der Übung.

Angaben zum Quellensuchflug über Wald Thuner Allmend:

Datum:	27.06.2013
Fluglinien:	Abstand 50m, 3 Linien
Flugzeit:	10min
Fluggebiet:	Wald Thun Allmend: ca. 0.4km ²
Flughöhe über Grund:	ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung

Auf der Karte der Ortsdosisleistung (ODL) ist die Cs-137 Quelle von 4.5 GBq (Besitzer Komp Zen ABC-KAMIR) deutlich zu erkennen.

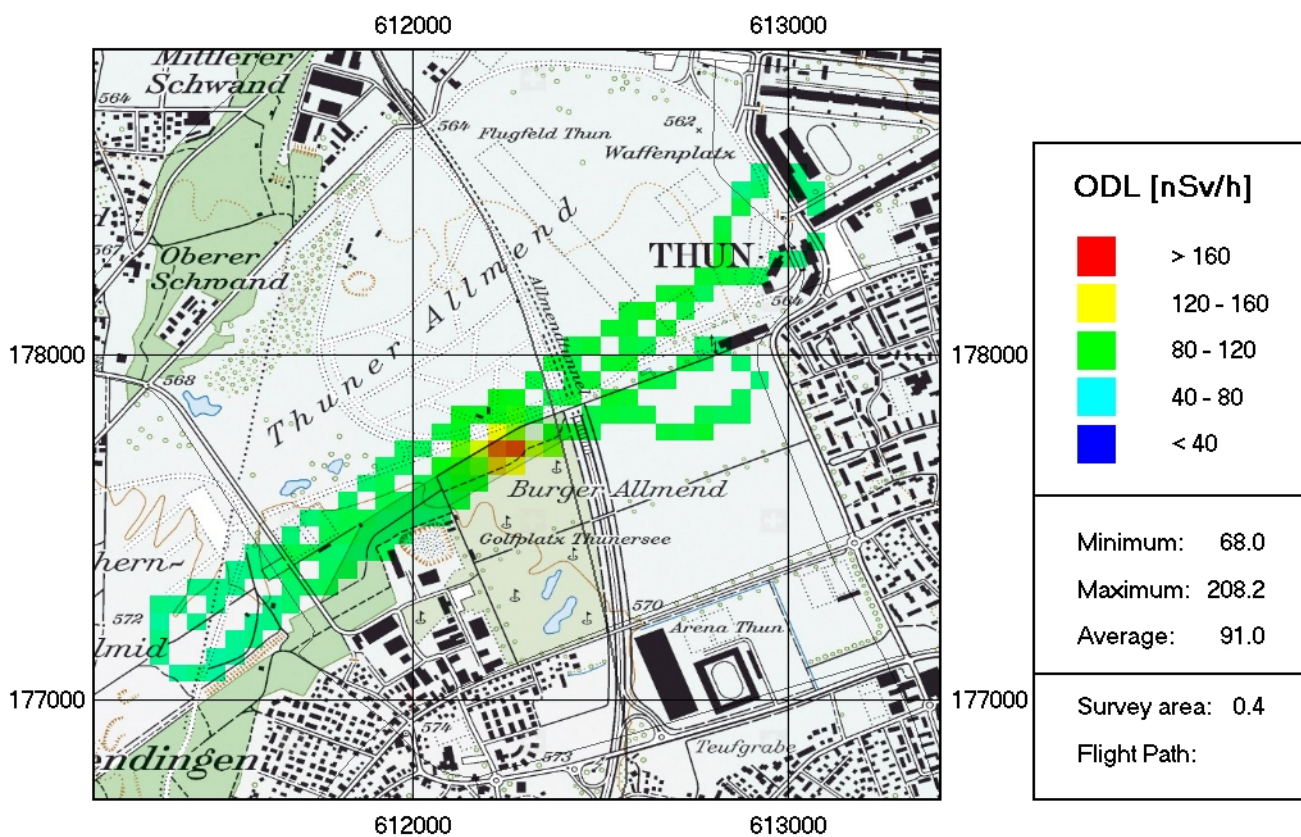


Abbildung 19: Karte der Ortsdosisleistung des Quellensuchfluges über Wald Thuner Allmend (Cs-137-Quelle).

Cäsium-Karte

Auf der Cs-Karte konnte die Cs-137-Quelle eindeutig lokalisiert und als Cäsiumquelle identifiziert werden. Die Aktivitätsabschätzungen liegen im korrekten Bereich.

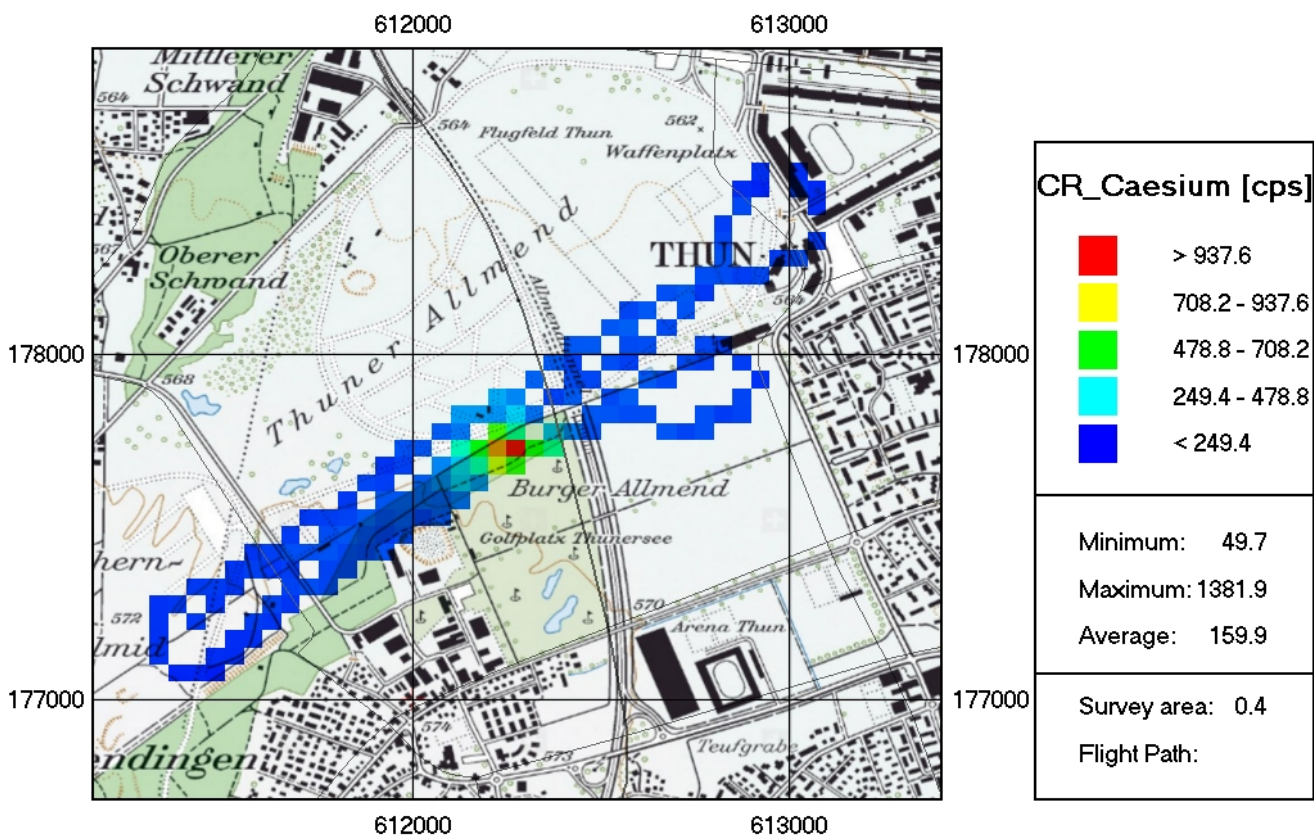


Abbildung 20: Cs-Karte des Quellensuchfluges über Wald Thuner Allmend (Cs-137-Quelle).

Angaben zum Quellensuchflug über der Wiese auf dem Waffenplatz Thun:

Datum: 27.06.2013
 Fluglinien: Abstand 50m, 3 Linien
 Flugzeit: 10min
 Fluggebiet: Wiese auf Waffenplatz Thun: ca. 0.2km²
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung

Auf der Karte der Ortsdosisleistung (ODL) ist die Co-60 Quelle von 1 GBq (Besitzer Komp Zen ABC-KAMIR) deutlich zu erkennen.

Diese Messung wurde auch vom Bodenradiometriefahrzeug des A-EEVBS durchgeführt. Die Resultate korrelieren.

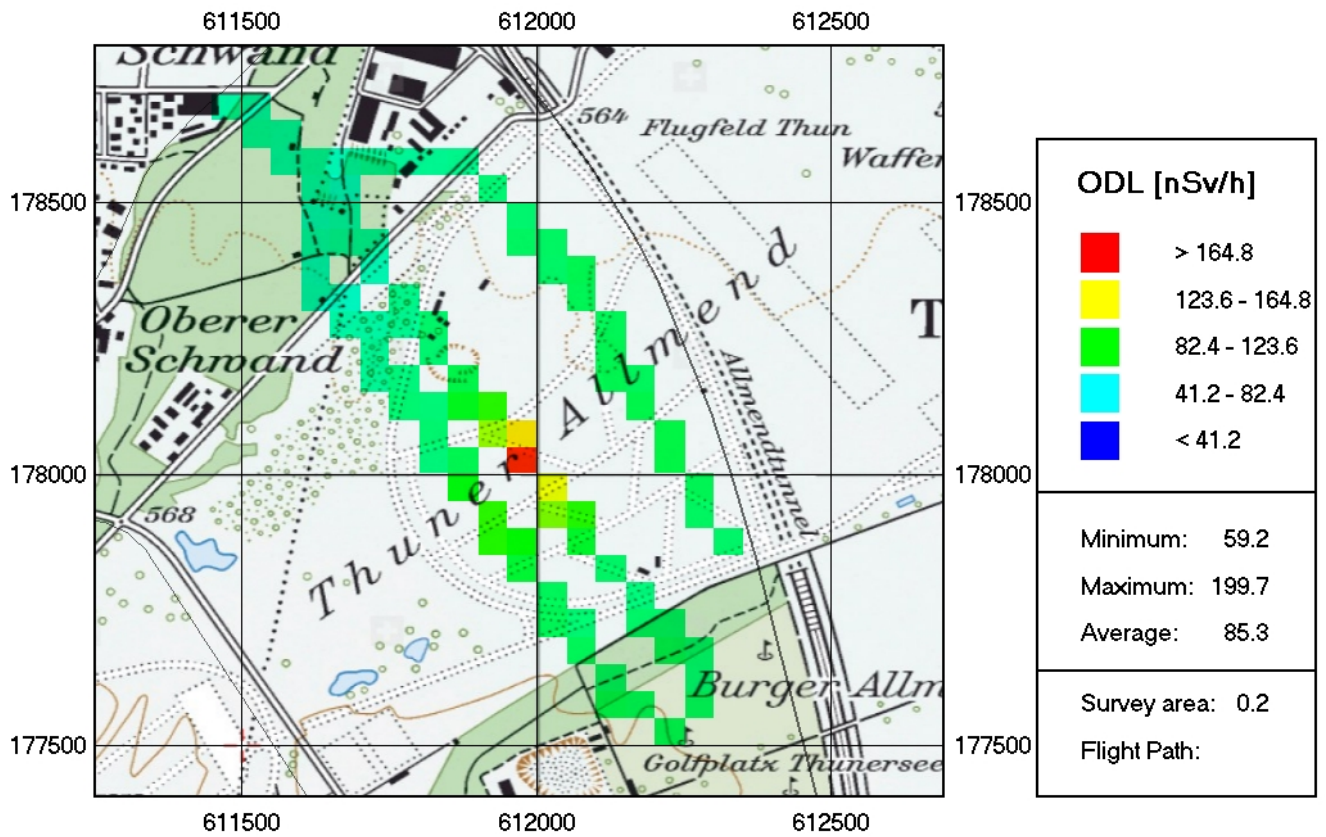


Abbildung 21: Karte der Ortsdosisleistung des Quellensuchfluges über Wiese auf dem Waffenplatz Thun (Co-60- Quelle).

Cobalt-Karte

Auf der Co-Karte konnte die Co-60-Quelle eindeutig lokalisiert und als Cobaltquelle identifiziert werden. Die Aktivitätsabschätzungen liegen im korrekten Bereich.

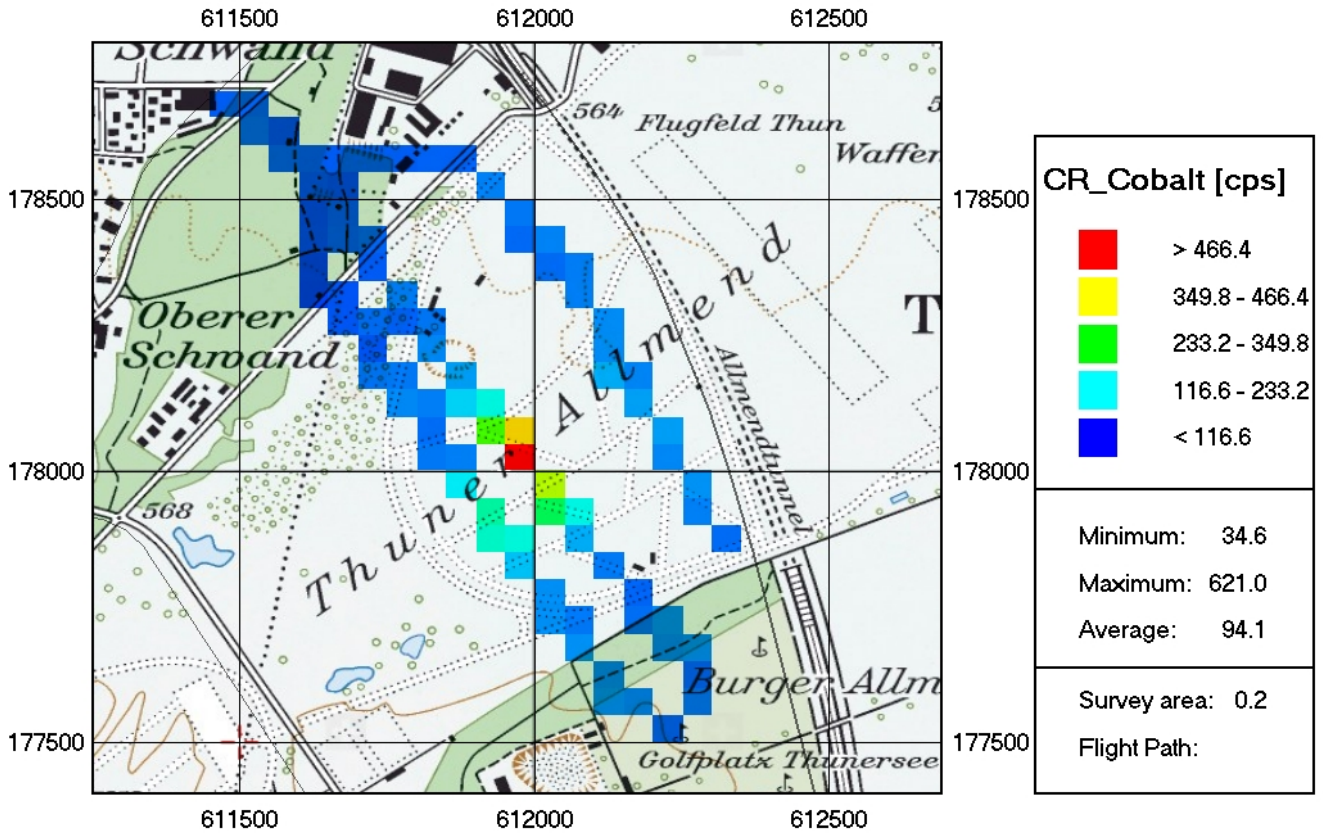


Abbildung 22: Co-Karte des Quellensuchfluges über Wiese auf dem Waffenplatz Thun (Co-60-Quelle).

3.5. Messresultate des Profilfluges Bern-Dübendorf

Um die aeroradiometrische Abdeckung der Schweiz zu verbessern, wurde ein Profilflug durch das Mittelland geflogen.

Angaben zum Profilflug Bern-Dübendorf:

Datum: 27.06.2012
 Fluglinien: 1 Linie (Abstand ~10km)
 Flugzeit: 1h
 Fluggebiet: Bern – Burgdorf – Langenthal – Sursee – Lenzburg – Bremgarten -
 Menzingen; 130 km
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung:

Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt durchgehend normale Werte, die im Wertebereich zwischen 50 nSv/h und 150 nSv/h liegen. Diese Werte sind normal für das Mittelland. Die beobachteten Variationen sind im wesentlichen auf die Topographie und Unterschiede in der Geländeart sowie auf Abschwächungen der Ortsdosisleistung aufgrund See, Flüsse zurückzuführen.

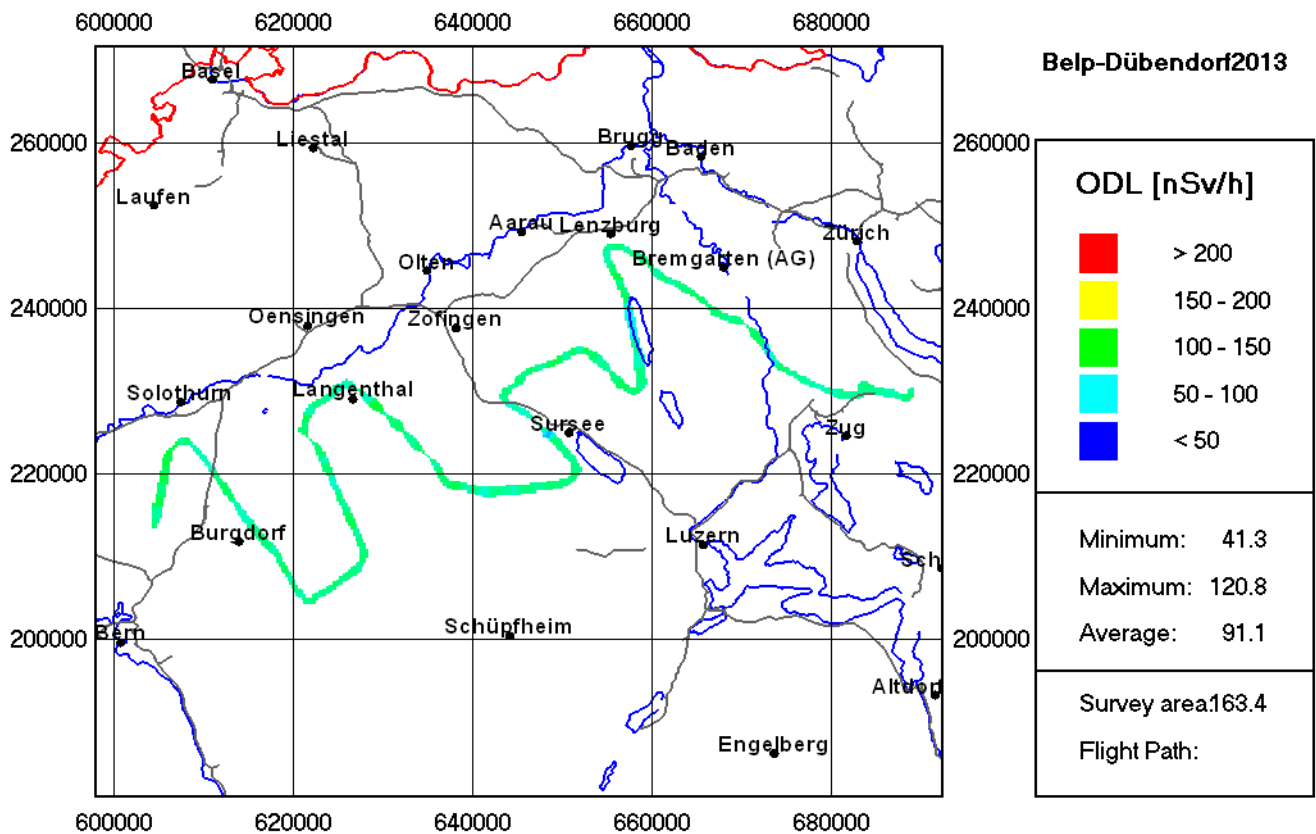


Abbildung 23: Karte der Ortsdosisleistung des Profilfluges Bern-Dübendorf.

K-40-Karte

Die höheren ODL-Werte sind durch natürliche Radionuklide (K-40, Th-232, U-238) erklärbar. Die K-40 Karte korreliert sehr gut mit der ODL-Karte.

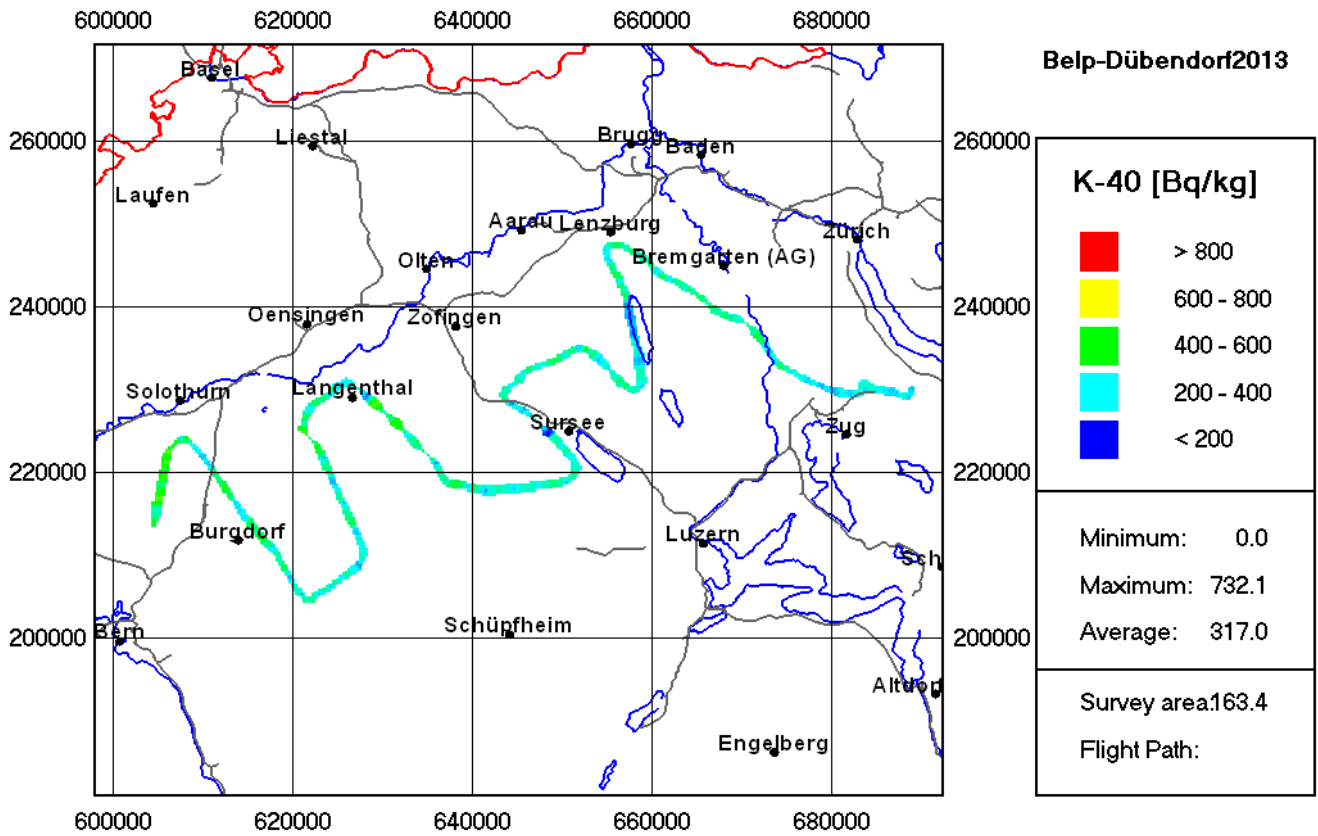


Abbildung 24: K-40 Karte des Profilfluges Bern-Dübendorf.

3.6. Erkenntnisse Messübung Aeroradiometrie 13

Die Ziele der Aeroradiometrie-Messwoche 2013 wurden vollumfänglich erreicht. Aus meteorologischen Gründen musste das Flugprogramm angepasst werden. So konnte die Messung über dem Gebiet Linth-Limmern sowie der entsprechende Transversalflug nicht durchgeführt werden. Als Ersatz wurde ein Profil zwischen Bern und Dübendorf vermessen.

Es wurden mehrere messtechnische Erkenntnisse gewonnen. Zum Beispiel können bei hohen Messwerten Probleme beim Spektrometer (Sättigung) vermieden werden, wenn die Messung aus grösserer Flughöhe begonnen wird und man dann schrittweise abzusinkt, statt tief anzufliegen und dann aufzusteigen. Ein solches Verfahren könnte sowohl bei einem Echteinsatz über grossflächig kontaminiertem Gebiet als auch bei der Quellensuche angewendet werden.

Weiter konnten spezielle Verfahren ohne die vordefinierte Festlegung von Fluglinien trainiert und überprüft werden. Sowohl die Einweisung der Piloten durch den Operator, als auch die selbstständige Durchführung der Flüge durch die Piloten wurden erfolgreich absolviert.

Aus der Verlegung der Equipe nach Bern/Speiz konnten verschiedene Erkenntnisse zur Arbeit des Messteams von ausserhalb der Heimatbasis Dübendorf gewonnen werden.

Die Einsatzdokumentation wurde überprüft und aktualisiert. Die Darstellung der Resultate konnte jeweils innert 2 Stunden nach dem Ende der Messflüge fertig gestellt werden.

Der Ausbildungs- und Trainingsstand der Messspezialisten, Techniker und Piloten der Aeroradiometrie-Equipe ist hoch.

4. Aeroradiometrie allgemein

4.1. Wie funktioniert die Aeroradiometrie?

Eine ausführliche Beschreibung des Messverfahrens und der eingesetzten Ausrüstung findet sich in diesem [Factsheet](#).

4.2. Auswertung aeroradiometrischer Daten

Das Auswerteverfahren für aeroradiometrische Daten ist in SCHWARZ, G.F., 1991: Methodische Entwicklungen zur Aerogammaspektrometrie (Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geophysik Nr. 23, Schweizerische Geophysikalische Kommission) beschrieben.

Für die Praxis wird oft eine einfache Methode benötigt, um die aeroradiometrisch gemessenen Werte direkt im Feld auswerten zu können. Dafür haben sich zwei Methoden bewährt:

- MMGC-Ratio: Dabei wird das Verhältnis vom tieferenergetischen zum hochenergetischen Anteil des Spektrums gebildet. Weil die künstlich erzeugten Radioisotope meist nur γ -Strahlung niedriger Energie aussenden, entspricht dieses Verhältnis ungefähr dem Verhältnis von künstlicher zu natürlicher Strahlung.
- Abschätzung der Ortsdosisleistung: Mit Hilfe des gesamten Spektrums wird die Dosisleistung 1 m über Boden abgeschätzt. Dabei werden die Counts in den einzelnen Kanälen mit der Kanalnummer gewichtet, für Background, kosmische Strahlung und schwankende Flughöhe über Grund korrigiert und anschliessend mit Hilfe eines Kalibrationsfaktors in Dosisleistung umgerechnet. Für die Ortsdosisleistung wird noch die kosmische Dosisleistung addiert, die aufgrund der kosmischen Höhenformel für den Messpunkt berechnet wird.

Bei der Interpretation von aeroradiometrischen Karten ist zu beachten, dass die Messungen aus der Luft immer einen Mittelwert über ein Gebiet von 300 m x 300 m (90'000 m²) darstellen. Zum Vergleich: Bodenmessungen decken nur eine Fläche von rund 80 m² ab.

4.3. Messergebnisse in der Umgebung der Kernanlagen

Mit Ausnahme der KKW Beznau und Gösgen (Druckwasserreaktoren) können sämtliche schweizerischen Kernanlagen mit aeroradiometrischen Messungen anhand ihrer Direktstrahlung nachgewiesen werden. Das Strahlungsfeld beschränkt sich auf die Areale der Kernanlagen. In der Umgebung ist keine erhöhte künstliche Radioaktivität nachweisbar.

Beim Paul Scherrer Institut wird die durch die Beschleunigeranlage induzierte Streustrahlung (PSI-West) resp. die Strahlung von radioaktiven Abfällen (Bundeszwischenlager (BZL), PSI-Ost) erfasst.

Bei Siedewasserreaktoren (KKM und KKL) gelangt im Betrieb durch die Frischdampfleistung das Aktivierungsprodukt N-16 ins Maschinenhaus. Da das Dach des Maschinenhauses vergleichsweise wenig abgeschirmt ist, kann die Gammastrahlung des N-16 aus der Luft sehr gut detektiert werden. KKW mit Druckwasserreaktoren (KKG und KKB) weisen eine sehr geringe Gesamtstrahlung auf und sind in der Regel nicht erkennbar.

Ausserhalb der umzäunten Areale der Kernanlagen kann keine erhöhte künstliche Radioaktivität, die

nicht durch Tschernobyl oder die Kernwaffenversuche der sechziger Jahre erklärt werden kann, nachgewiesen werden. Der Aktivitätspegel in der Umgebung ist über die letzten 15 etwa konstant geblieben.