



23.09.2011

Übung Aeroradiometrie 2011 vom 19.09. – 23.09.2011



Übungsbericht und Messresultate

Dieser Bericht ist unter www.naz.ch erhältlich.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1. Zusammenfassung..... | 3 |
| 2. Übung Aeroradiometrie 2011..... | 4 |
| 2.1. Messflüge im Auftrag des ENSI..... | 4 |
| 2.2. Messung von messtechnisch interessanten Gebieten in den Kantonen TI, ZH, GR und UR..... | 4 |
| 2.3. Städtemessung Chiasso..... | 4 |
| 2.4. Übung mit den Einsatzkräften des Kantons Tessin..... | 4 |
| 2.5. Weitere Ziele des Aeroradiometrieteams..... | 5 |
| 2.6. Information der Bevölkerung und der Behörden..... | 5 |
| 2.7. Beteiligte Partnerorganisationen..... | 5 |
| 3. Resultate der Übung ARM 11..... | 6 |
| 3.1. Messresultate der Messflüge im Auftrag des ENSI | 6 |
| Angaben zum Messflug Kernkraftwerk Mühleberg:..... | 6 |
| Angaben zum Messflug Kernkraftwerk Gösgen:..... | 8 |
| 3.2. Messresultate von messtechnisch interessanten Gebieten in den Kantonen TI, ZH, GR, UR..... | 9 |
| Angaben zum Messflug Reussdelta (NEAT-Materialdeponie):..... | 9 |
| Angaben zum Messflug Sedrun (NEAT-Materialdeponie):..... | 10 |
| Angaben zum Messflug Pizzo Ometto:..... | 12 |
| Angaben zum Messflug Rasa (BAG-Referenzgebiet):..... | 14 |
| Angaben zum Messflug Sigirino (NEAT Materialdeponie und NEAT Portal):..... | 15 |
| Angaben zum Messflug Novazzano (Mülldeponie):..... | 16 |
| Angaben zum Messflug Croglio (Mülldeponie):..... | 17 |
| Angaben zum Messflug Novaggio (BAG-Referenzgebiet):..... | 19 |
| Angaben zum Messflug Vezia (NEAT Portal):..... | 21 |
| Angaben zum Messflug Camorino (NEAT Portal):..... | 22 |
| Angaben zum Messflug Rodi (BAG-Referenzgebiet):..... | 23 |
| Angaben zum Messflug Faido (NEAT Portal):..... | 24 |
| Angaben zum Messflug Faido (NEAT Materialdeponie):..... | 26 |
| Angaben zum Messflug Bodio (NEAT Portal):..... | 28 |
| Angaben zum Messflug Biasca (NEAT Materialdeponie):..... | 30 |
| Angaben zum Messflug Piz Giuv:..... | 32 |
| Angaben zum Messflug Affoltern a. A., Firma Agir (NEAT-Materialdeponie):..... | 34 |
| 3.3 Städtemessung Chiasso..... | 35 |
| Angaben zum Messflug Chiasso:..... | 35 |
| 3.4. Resultate Einsatzübung Tessin..... | 37 |
| 3.5. Erkenntnisse Messübung Aeroradiometrie 11..... | 41 |
| 4. Aeroradiometrie allgemein..... | 42 |
| 4.1. Wie funktioniert die Aeroradiometrie?..... | 42 |
| 4.2. Auswertung aeroradiometrischer Daten..... | 42 |

1. Zusammenfassung

Die Übung Aeroradiometrie 11 umfasste eine Übung mit den Einsatzkräften des Kantons Tessin, die Ausmessung von Chiasso sowie mehrere Einzelmessungen in den Kantonen Tessin, Zürich, Graubünden und Uri. Zugunsten des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) wurde zudem turnusgemäss die Umgebung der Kernkraftwerke Mühleberg und Gösgen überflogen. Auf Anregung der Behörden des Kantons Tessin (Divisione dell'ambiente des Dipartimento del territorio und Kantonslabor) wurden drei Referenzmesspunkte im Tessin vermessen, die zum Normalüberwachungsprogramm des BAG gehören.

Die wichtigsten Ergebnisse der Übung Aeroradiometrie 11:

- Die gemeinsame Übung mit den Einsatzkräften des Kantons Tessin verlief erfolgreich. Die Übungsziele (Anforderung und Einweisung des Messhelikopter, Ortung der radioaktiven Quellen aus der Luft, Identifizierung und Sicherung der Quellen durch Zusammenarbeit der Teams in der Luft und am Boden) wurden erreicht.
- Für das ganze Gebiet der Gemeinde Chiasso konnte eine Messkarte erstellt werden.
- In Rasa, Novaggio, Rodi, Croglio, Genestrerio und Novazzano sind die Ortsdosisleistungswerte im normalen Bereich. Teilweise konnten immer noch leicht erhöhte Cäsium-Werte als Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl 1986 gemessen werden.
- Das Gestein, dass beim Bau des Gotthardbasistunnels ausgebrochen wurde, zeigte keine aussergewöhnlich erhöhten Radiotivitätswerte. Die Messwerte aus Affoltern am Albis, Altdorf UR, Sedrun, Monte Ceneri (Sigirino), Vezia, Faido, Bodio, Biasca und Camorino sind erwartungsgemäss unbedenklich.
- In der Umgebung der Kernkraftwerke Mühleberg und Gösgen konnte ausserhalb des Betriebsareals keine Ablagerung von künstlicher Radioaktivität festgestellt werden.
- Beim Piz Giuv konnte eine aus wissenschaftlicher Sicht sehr interessante ODL-Messkarte gewonnen werden mit stark variierenden Werten. Diese dürften mit der speziellen Geologie des Berges zusammenhängen (verschiedene Schichtung des Bodens, Wasserlauf) und stammen von natürlichem Kalium (K-40), Uran (U-238) und Thorium (Th-232).
- Eine Delegation der dänischen Emergency Management Agency Nuclear Division beobachtete Teile der Übung zwecks Informations- und Erfahrungsaustausch.
- Der Ausbildungs- und Trainingsstand der Messspezialisten, Techniker und Piloten der Aeroradiometrie-Equipe ist hoch.

Das Messprogramm musste wetterbedingt angepasst werden, wurde aber vollständig absolviert.

2. Übung Aeroradiometrie 2011

Die diesjährige Messflüge fanden vom 19. bis 23. September 2011 in mehreren Gebieten der Schweiz statt.

2.1. Messflüge im Auftrag des ENSI

Alle Schweizer Kernanlagen werden im Auftrag des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI) im Zweijahresrhythmus ausgemessen. Turnusgemäss wurden dieses Jahr die Kernkraftwerke Mühleberg und Gösgen aeroradiometrisch gemessen.

2.2. Messung von messtechnisch interessanten Gebieten in den Kantonen TI, ZH, GR und UR

Die Aeroradiometrie-Equipe erhielt den Auftrag, verschiedene messtechnisch interessante Gebiete in den Kantonen Tessin, Zürich, Graubünden und Uri auszumessen. Dabei handelte es sich vornehmlich um kleine Messgebiete mit unbekannter oder auffälliger Bodenbeschaffenheit. Im Zentrum standen unter anderem Gebiete, in denen Aushubmaterial der NEAT Alptransit deponiert wurde sowie drei Flächen im Tessin, die auf Anregung der kantonalen Behörden ausgemessen wurden. Zusätzlich wurden zwei radiologisch spezielle Gebiete nach gut 10 Jahren erneut vermessen. 1998 wurden die bisher höchsten Cs-137 Peaks der Schweiz am Pizzo Ometto TI gemessen. 1999 wurden erhöhte Werte von natürlicher Radioaktivität am Piz Giuv GR festgestellt. Alle diese Flüge dienten in erster Linie der Ausbildung und dem Training der Messequipe.

2.3. Städtemessung Chiasso

Seit mehreren Jahren verfolgt die NAZ ein Städtemessprogramm mit dem Ziel, Nullmessungen von allen Schweizer Städten, grösseren Gemeinden und wichtigen Transportrouten 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 auch kleine Abweichungen erkannt werden. Im Rahmen dieses Messprogramms wurde das Gemeindegebiet der Stadt Chiasso vermessen.

2.4. Übung mit den Einsatzkräften des Kantons Tessin

In einer Übung mit den Einsatzkräften des Kantons Tessin wurde die Zusammenarbeit der Aeroradiometrie-Equipe mit Einsatzkräften am Boden geübt. In einem ersten Flug wurden verschiedene Messstrategien evaluiert. In einem weiteren Flug wurde die geeignetste Strategie angewandt um die Quellen genau zu lokalisieren. Sobald sie geortet waren, wurden die Koordinaten an die Einsatzleitung am Boden weitergegeben.

2.5. Weitere Ziele des Aeroradiometrieteams

Folgende weitere Ziele sollten in der Messwoche erreicht werden:

- Zeitgerechter Einbau und Herstellung der Einsatzbereitschaft des Messgeräts.
- Auffrischen der für einen Einsatz notwendigen Kenntnisse bezüglich: Vorbereitung eines Einsatzes, Bedienung der Geräte im Einsatz, Auswertung und Interpretation der Resultate, Sofortauswertung im Feld, Piloten-Training.
- Auswertung: Sammeln von zusätzlichen Erfahrungen in der Online-Auswertung.
- Darstellung der Messresultate: Eine Zusammenstellung und Interpretation der Resultate liegt 2 Stunden nach dem letzten Flug vor.
- Überprüfung und Aktualisierung der Einsatzdokumentation.
- Ausbildung eines neuen Angehörigen der Aeroradiometrie-Equipe des Stabes BR NAZ. Diese Milizformation verstärkt die NAZ im Einsatz und besteht aus rund 200 Armeeangehörigen. Die Aeroradiometrie-Equipe besteht aus 8 Armeeangehörigen.

2.6. Information der Bevölkerung 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.

In einer Medienmitteilung vom 14.09.11 wurden alle Messflüge publiziert. Die Lokalmedien, insbesondere Lokalradios in den betroffenen Gebieten, wurden zusätzlich auf die entsprechenden Daten aufmerksam gemacht. Vorab wurde in Telefoninterviews mit mehreren Lokalradiostationen aus den betroffenen Gebieten Auskunft über die Flüge erteilt. Während der Messwoche wurde Medienschaffenden der Agentur Keystone und des Radio und Televisione della Svizzera Italiana die Arbeit der Messequipe vorgestellt.

2.7. Beteiligte Partnerorganisationen

Folgende Organisationen waren in die Durchführung der Übung Aeroradiometrie 2011 involviert:

- NAZ
- Stab BR NAZ
- Schweizer Luftwaffe
- Fachgruppe Aeroradiometrie
- ENSI
- Kanton Tessin (Kantonspolizei, Feuerwehr Bellinzona, Ambulanz, SPAAS, Sezione Prot Pop)
- Paul Scherrer Institut

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

3. Resultate der Übung ARM 11

3.1. Messresultate der Messflüge im Auftrag des ENSI

Turnusgemäss wurden dieses Jahr die Kernkraftwerke Mühleberg und Gösgen aeroradiometrisch gemessen.

Angaben zum Messflug Kernkraftwerk Mühleberg:

| | |
|----------------------|---|
| Datum: | 19.09.2011 |
| Fluglinien: | Abstand 250 m, 21 Linien |
| Flugzeit: | 2 h |
| Fluggebiet: | Kernkraftwerk Mühleberg; ca. 60 km ² |
| Flughöhe über Grund: | ca. 90 m |

Karte der Ortsdosisleistung

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

Da das KKM zur Zeit des Messflugs nicht in Betrieb war, konnte die normalerweise über dem Maschinenhaus feststellbare N-16 Strahlung aus dem Maschinenhaus nicht gemessen werden (N-16 ist ein kurzlebiges Stickstoffisotop, das beim Betrieb eines Reaktors entsteht). Daher wurden im Zwischenlager des KKM bereitgestellte Transportbehälter mit radioaktivem Inhalt beim Überfliegen des Werksgeländes detektiert. Die untere Karte zeigt, dass diese Strahlung durch Kobalt 60 hervorgerufen wird. Der beim Überfliegen gemessene Wert von ca. 120 nSv/h liegt leicht über der natürlichen Untergrundstrahlung von ca. 100 nSv/h, jedoch deutlich unter dem Grenzwert des Areals, welcher 650 nSv/h beträgt.

Ähnliche Verhältnisse lagen schon 2007 während der internationalen Aeroradiometrieübung vor. ([Siehe PSI Bericht Nr. 09-07 June, 2007](#)).

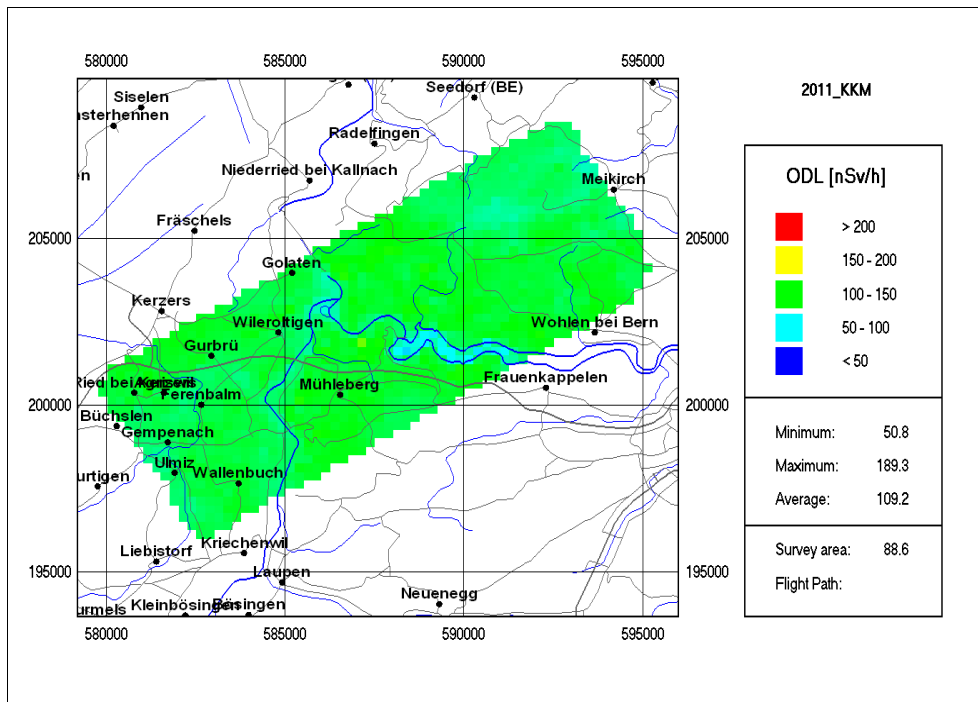


Abb. 1: Karte der Ortsdosisleistung Kernkraftwerk Mühleberg

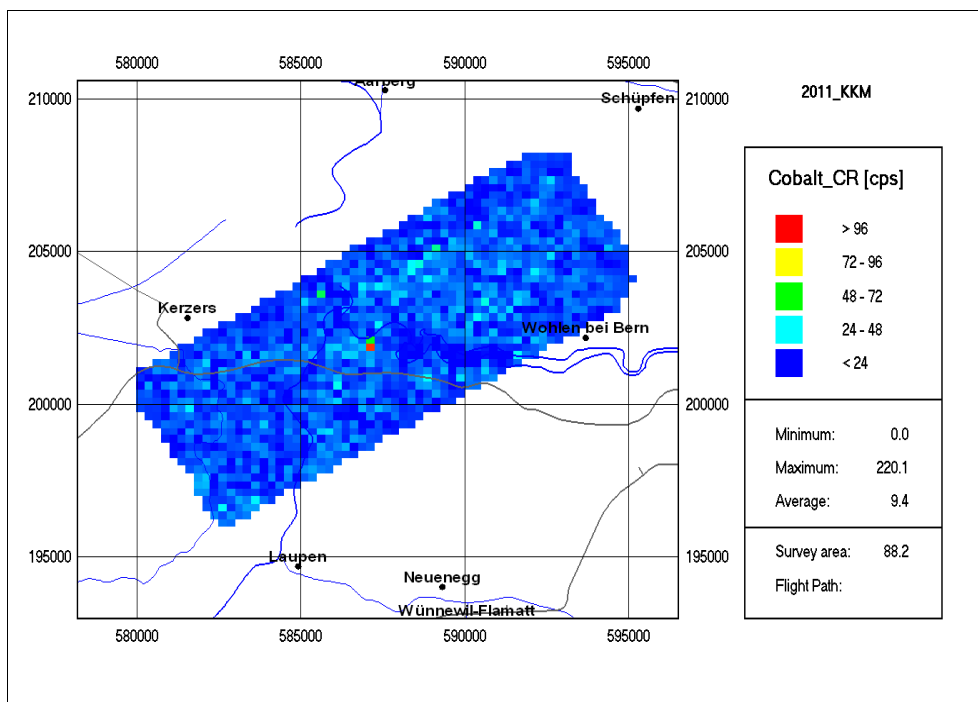


Abb. 2: Karte der Zählrate im Kobalt-Fenster Fluggebiet Kernkraftwerk Mühleberg

Angaben zum Messflug Kernkraftwerk Gösgen:

Datum: 19.09.2011
Fluglinien: Abstand 250 m, 24 Linien
Flugzeit: 1 h 50 min
Fluggebiet: Kernkraftwerk Gösgen; ca. 75 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.

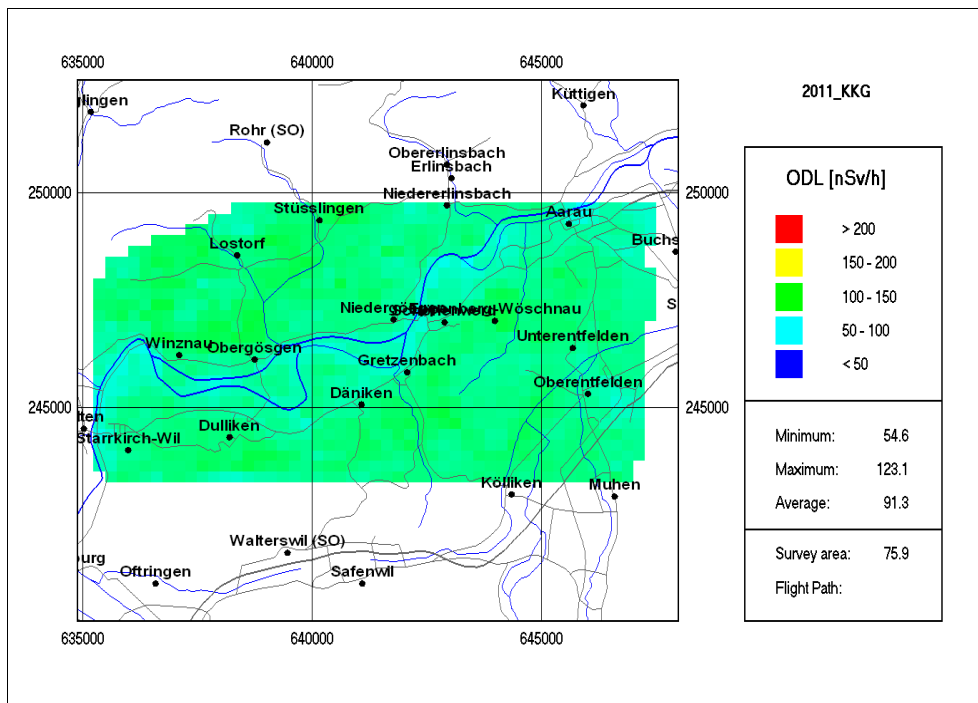


Abb. 3: Karte der Ortsdosisleistung Kernkraftwerk Gösgen

3.2. Messresultate von messtechnisch interessanten Gebieten in den Kantonen TI, ZH, GR, UR

Angaben zum Messflug Reussdelta (NEAT-Materialdeponie):

Datum: 20.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 6 Linien
Flugzeit: 40 min
Fluggebiet: Reussdelta Altdorf; ca. 3 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. Die Abschirmung der terrestrische Strahlung durch den See (blauer Bereich) ist klar ersichtlich.

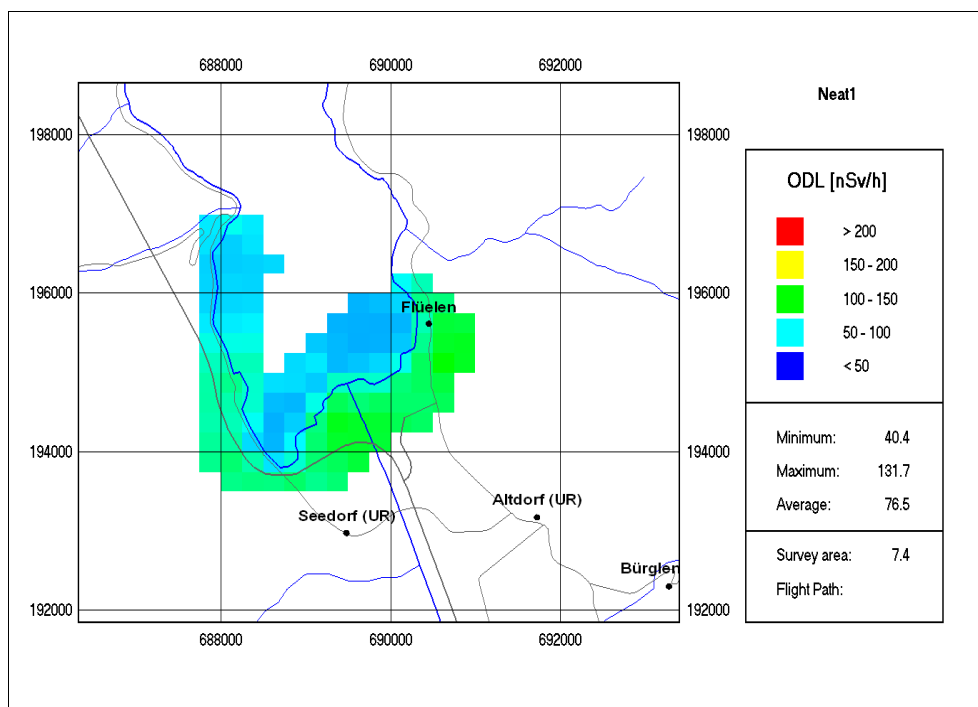


Abb. 4: Karte der Ortsdosisleistung Reussdelta.

Angaben zum Messflug Sedrun (NEAT-Materialdeponie):

Datum: 20.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 7 Linien
Flugzeit: 45 min
Fluggebiet: Gemeinde Sedrun; ca. 3 km²
Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung

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

Die im östlichen Teil des Messgebietes erkennbaren erhöhten Werte der Ortsdosisleistung liegen ausserhalb der NEAT Baustelle. Die Erhöhung der Werte der Ortsdosisleistung ist auf natürliche Radionuklide zurückzuführen. Unterstehende Abbildung (Abb. 6) zeigt ein gemittelttes Spektrum über das fragliche Gebiet.

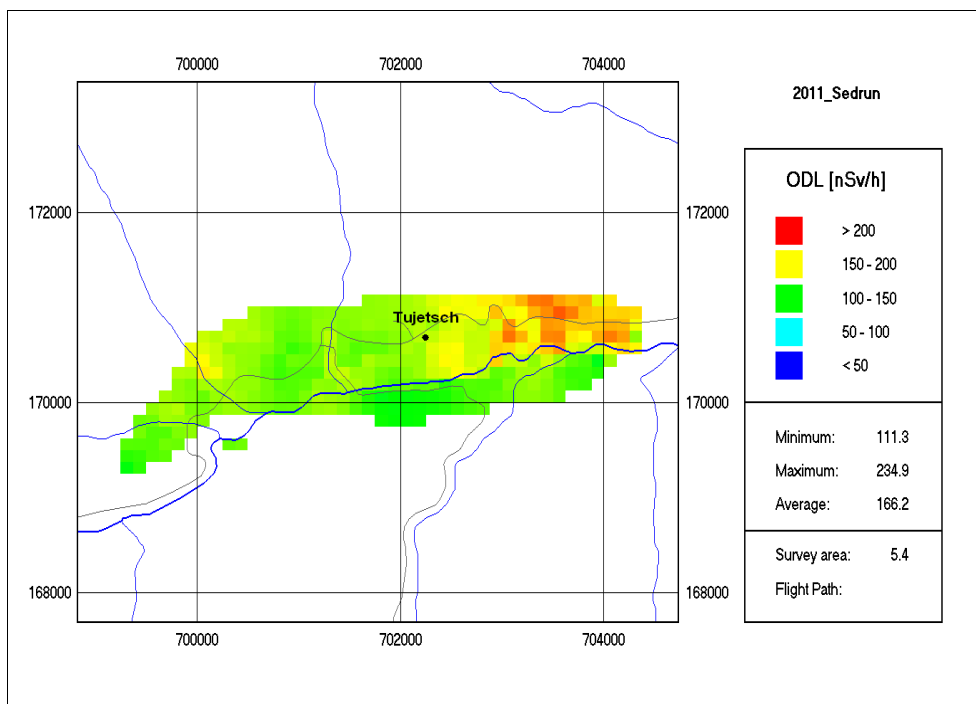


Abb. 5: Karte der Ortsdosisleistung Sedrun

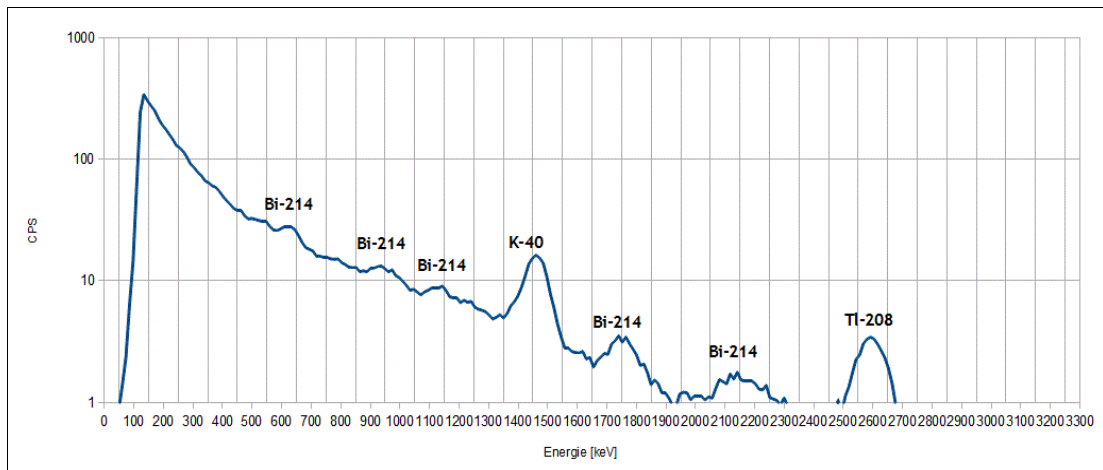


Abb. 6: Gemittelttes Spektrum des fraglichen Gebiets

Angaben zum Messflug Pizzo Ometto:

Datum: 20.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 15 Linien quer, 6 Linien parallel
Flugzeit: 1h 15 min
Fluggebiet: Pizzo Ometto; ca. 3.5 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.

Das Gebiet wurde sowohl parallel als auch quer zur Krete geflogen. Die beiden Messflüge wurden zu einer Karte kombiniert.

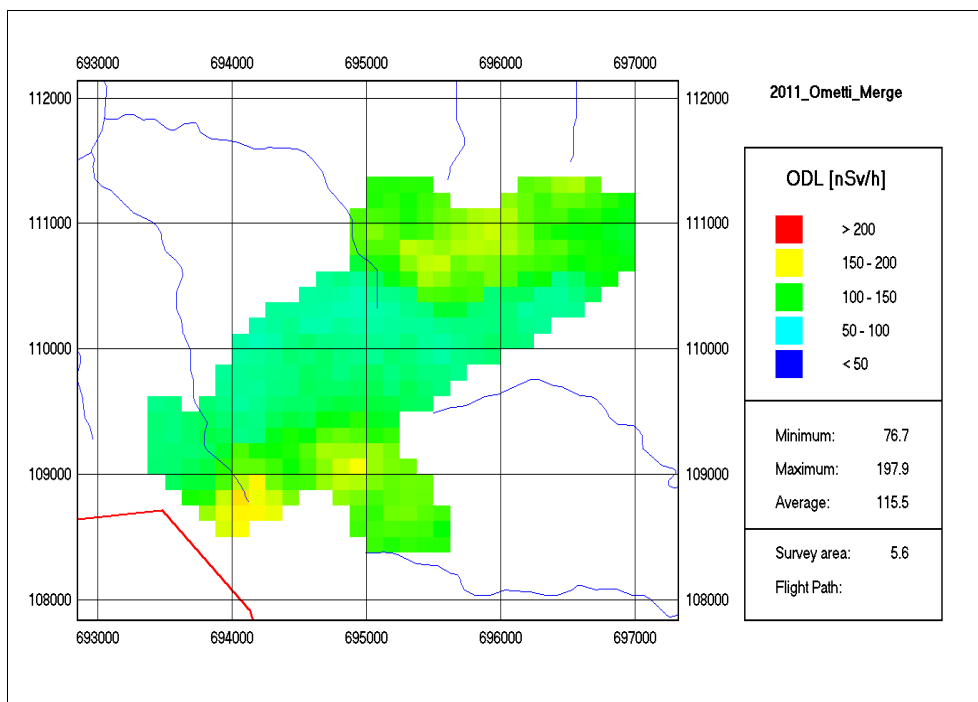


Abb. 7: Karte der Ortsdosisleistung Pizzo Ometto

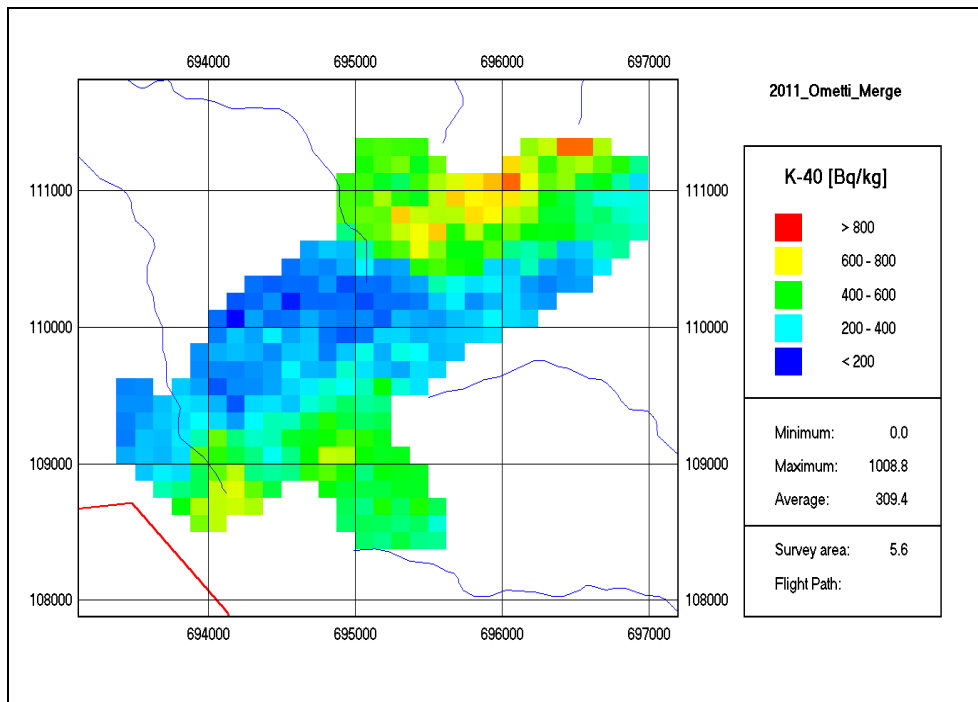


Abb. 8: Karte der K-40 Aktivitäts-Konzentration, Pizzo Ometto

Die Gebiete mit den höchsten ODL-Werten können durch die K-40 Aktivitätskarte erklärt werden. Die erhöhten Cs-Werte, die im Jahr 1999 gefunden wurden, wurden dieses Jahr nicht mehr gemessen. Diese Senkung der Cs-Werte ist auf den normalen Zerfall der Radionuklide sowie auf eine Migration des Cs-137 in tiefere Bodenschichten zurückzuführen.

Angaben zum Messflug Rasa (BAG-Referenzgebiet):

Datum: 20.09.2011
Fluglinien: Abstand 60 m, 6 Linien
Flugzeit: 10 min
Fluggebiet: Rasa; ca. 0.3 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.

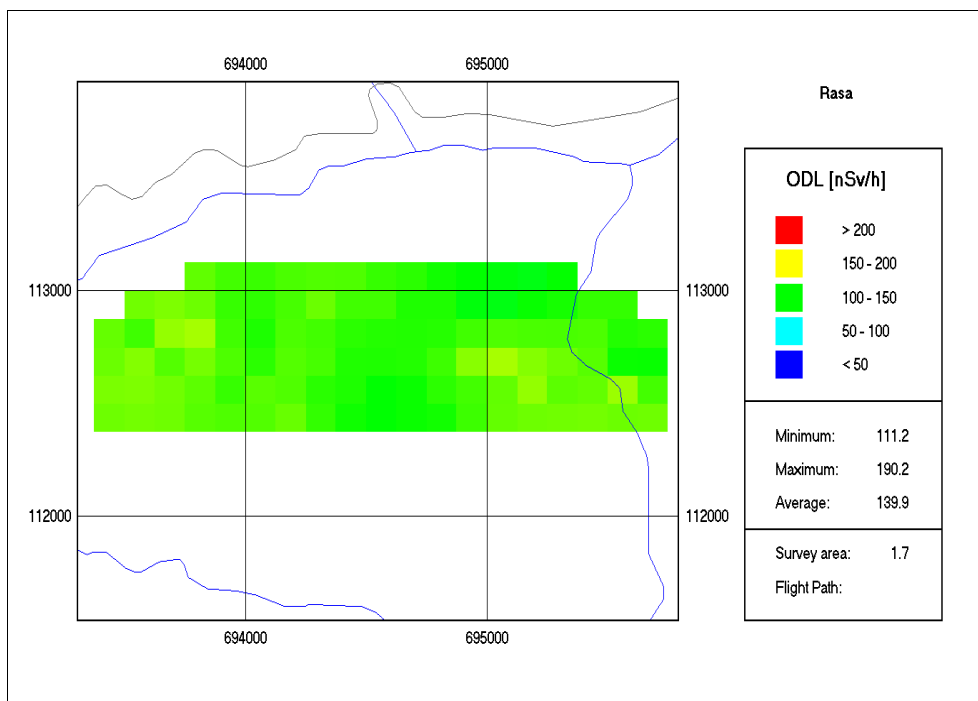


Abb. 9: Karte der Ortsdosisleistung Rasa BAG

Die Cs-137 Werte sind deutlich tiefer als im Jahr 1999. Die helleren (gelb) Gebiete der ODL-Karte korrelieren mit den natürlichen Radionukliden (K-40 und Th-232).

Angaben zum Messflug Sigirino (NEAT Materialdeponie und NEAT Portal):

Datum: 20.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 11 Linien
Flugzeit: 20 min
Fluggebiet: Sigirino; ca. 3.0 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.

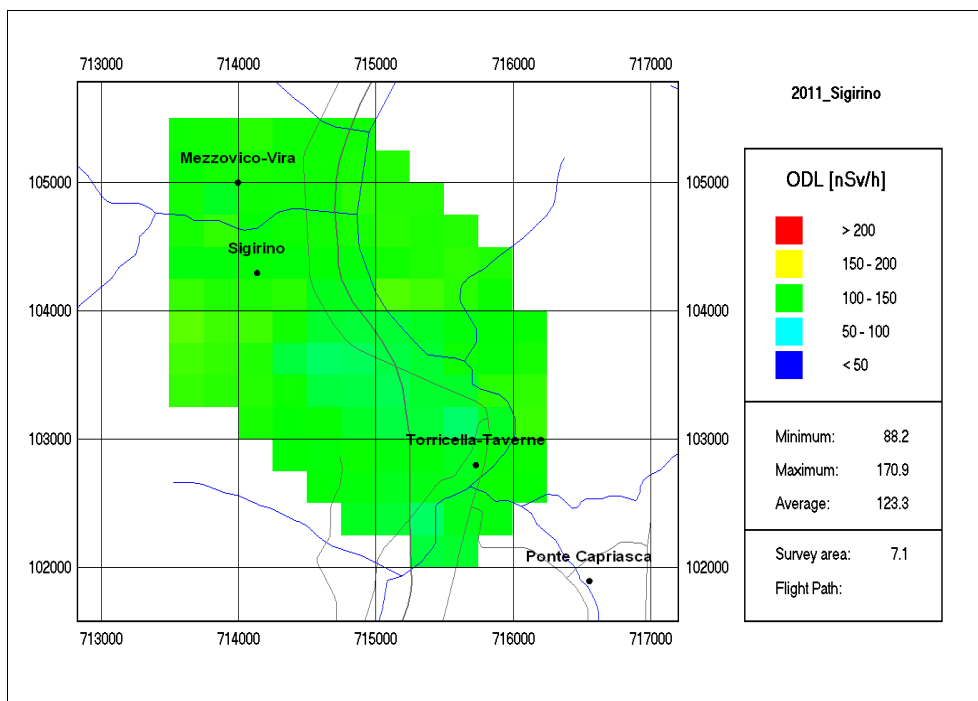


Abb. 10: Karte der Ortsdosisleistung Sigirino

Angaben zum Messflug Novazzano (Mülldeponie):

Datum: 21.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 11 Linien (à 1800 m)
Flugzeit: 15 min
Fluggebiet: Novazzano; ca. 2.5 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.

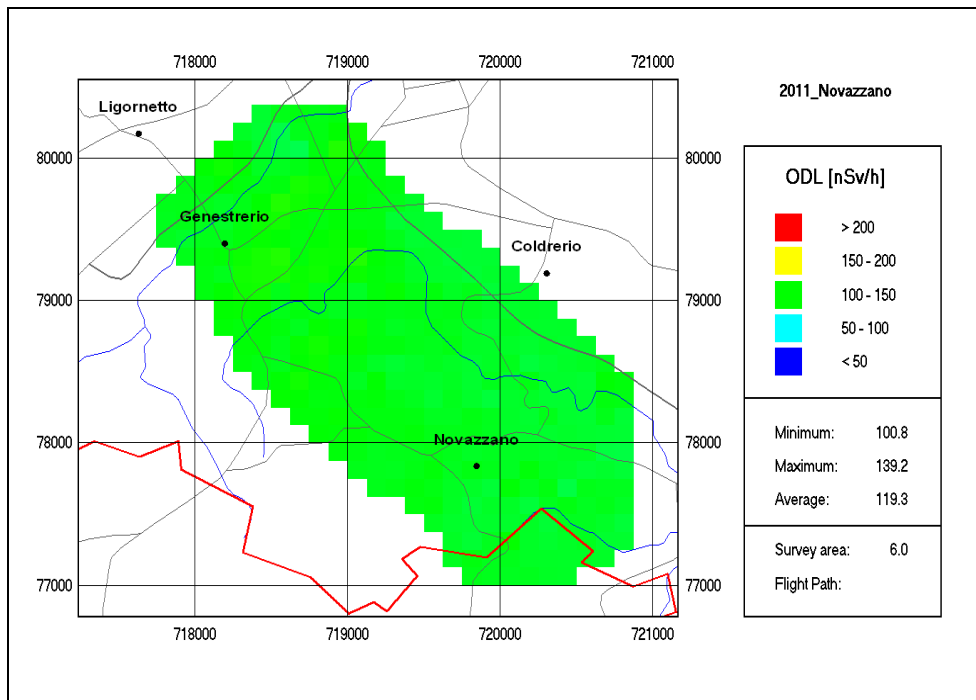


Abb. 11: Karte der Ortsdosisleistung Novazzano

Angaben zum Messflug Croglio (Mülldeponie):

Datum: 21.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 5 Linien (à 1200 m)
Flugzeit: 5 min
Fluggebiet: Croglio; ca. 0.8 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.

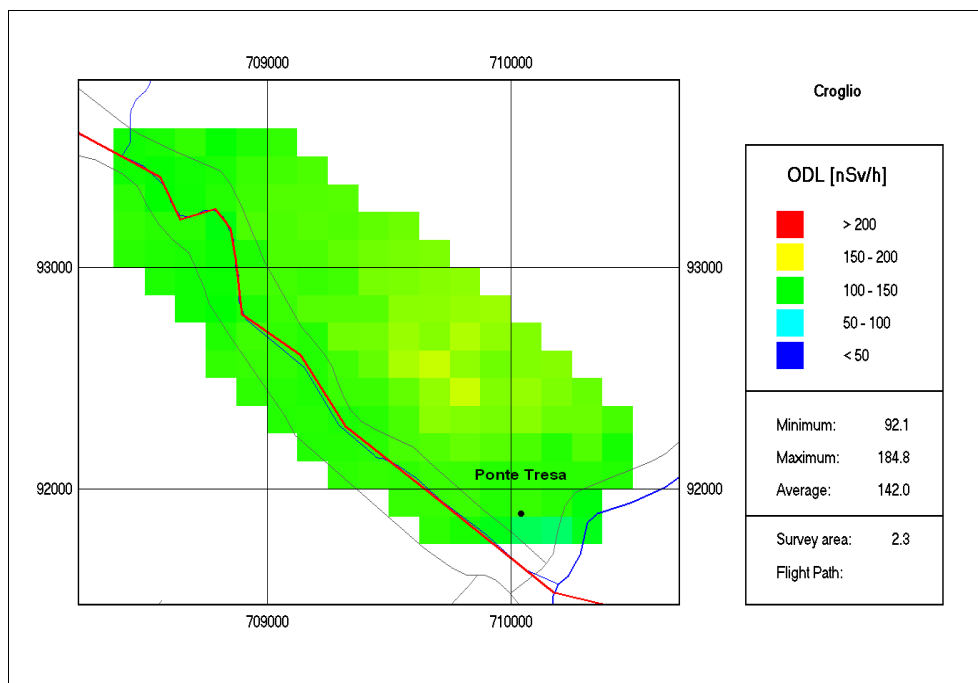


Abb. 12: Karte der Ortsdosisleistung Croglio

Die leicht erhöhten Werte im Zentrum des Messgebietes sind durch natürliches K-40 und durch Cs-137 erklärbar. Diese Werte wurden aber ausserhalb der Mülldeponie gemessen.

Cs-137 Karte

Die Cs-137 Karte zeigt punktuell leicht erhöhte Werte. Diese sind, für die Region des Sottoceneri nicht ungewöhnlich, teilweise konnten immer noch leicht erhöhte Cäsium-Werte als Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl 1986 gemessen werden.

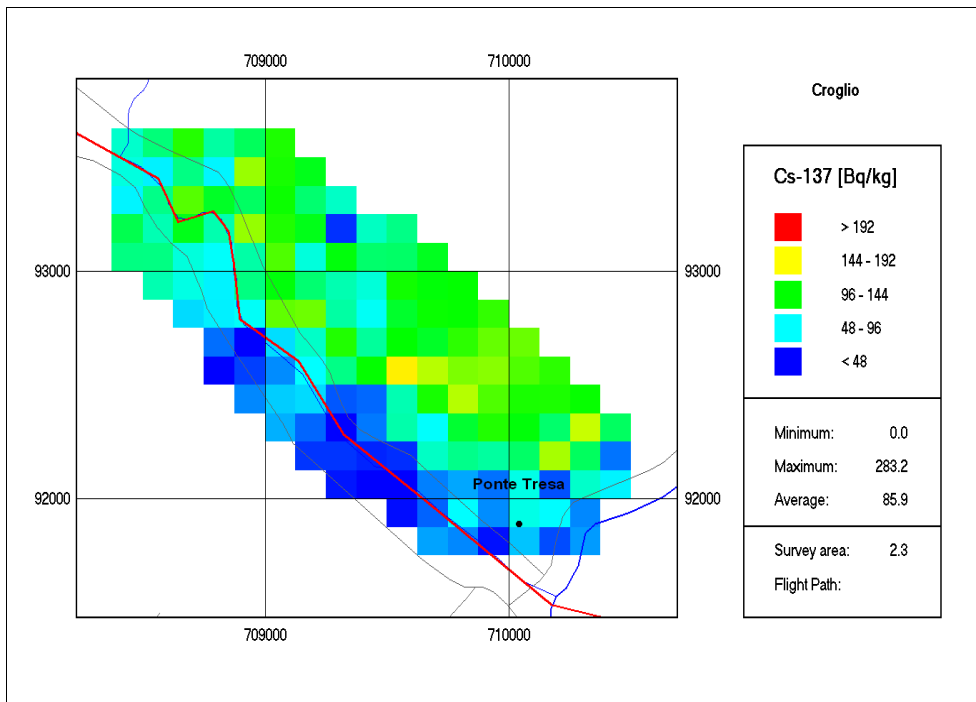


Abb. 13: Karte Cs-137 Aktivitäts-Konzentration, Croglio

Angaben zum Messflug Novaggio (BAG-Referenzgebiet):

Datum: 21.09.2011
Fluglinien: Abstand 60 m, 4 Linien (à 400 m)
Flugzeit: 5 min
Fluggebiet: Novaggio; ca. 0.2 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.

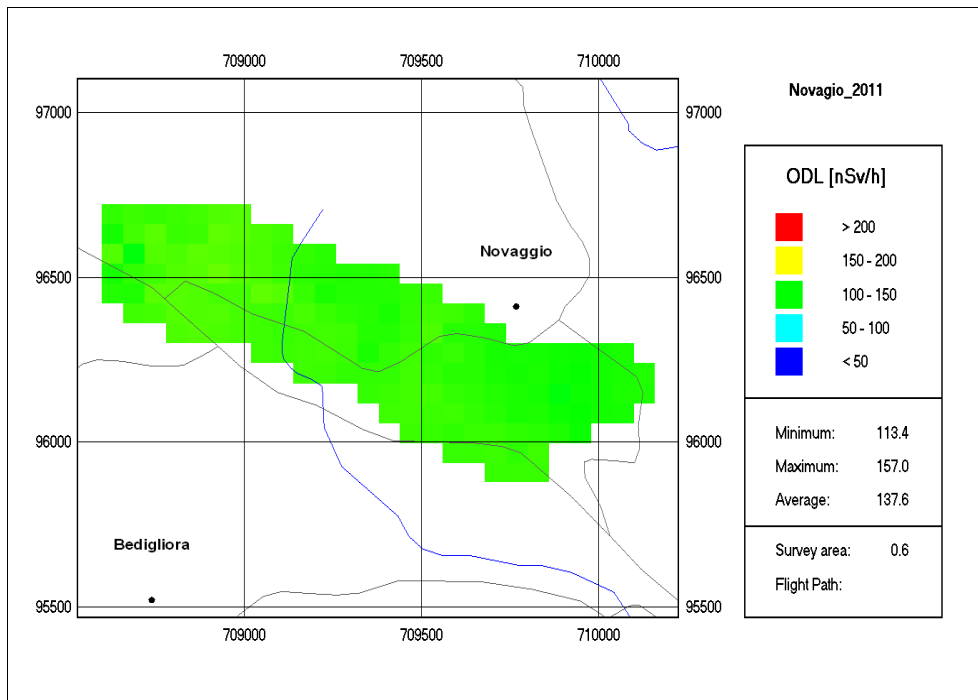


Abb. 14: Karte der Ortsdosisleistung Novaggio

Cs-137 Karte

Die Cs-137 Karte zeigt punktuell leicht erhöhte Werte. Diese stimmen mit den Messungen der Bodenproben, welche das BAG jährlich durchführt, überein ([siehe Bericht Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz 2010, BAG](#)).

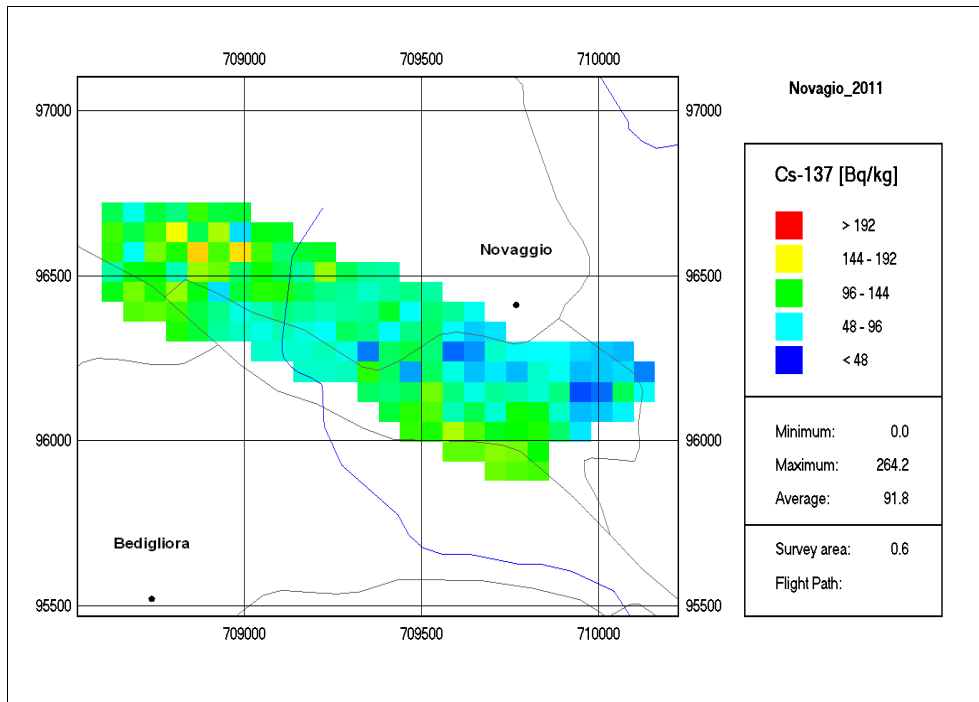


Abb. 15: Karte der Cs-137 Aktivitäts-Konzentration, Novaggio

Angaben zum Messflug Vezia (NEAT Portal):

Datum: 21.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 4 Linien (à 1000 m)
Flugzeit: 5 min
Fluggebiet: Vezia; ca. 0.5 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.

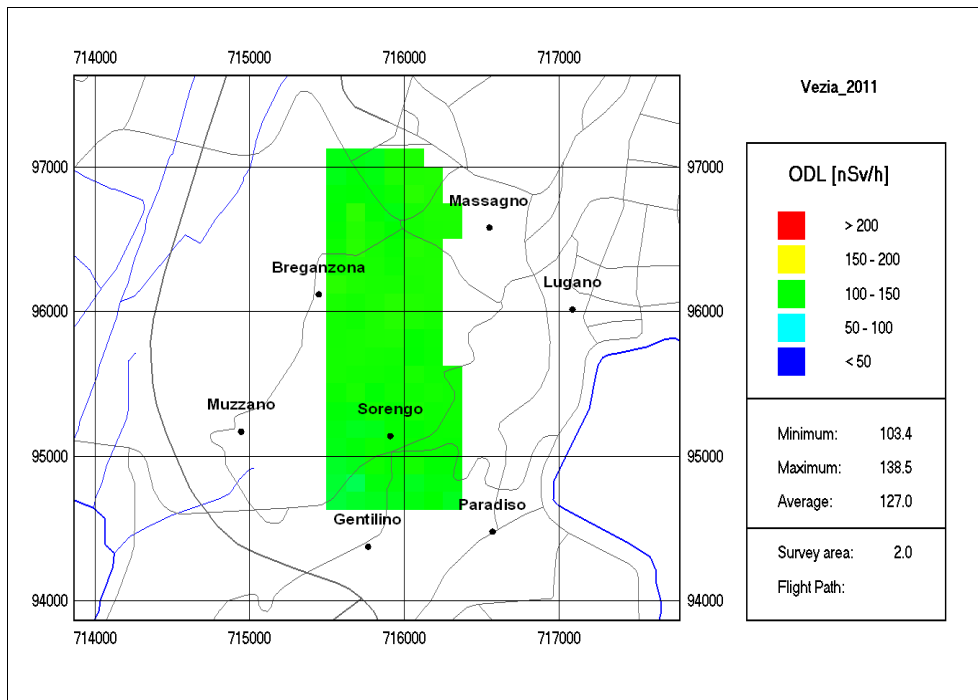


Abb. 16: Karte der Ortsdosisleistung Vezia

Angaben zum Messflug Camorino (NEAT Portal):

Datum: 22.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 11 Linien (à 2000 m)
Flugzeit: 15 min
Fluggebiet: Camorino; ca. 3 km²
Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Bemerkung: Dieser Flug war ursprünglich am 21.09.2011 geplant und konnte aufgrund technischer Probleme am Helikopter und dem daraus folgenden Zeitverlust erst einen Tag später durchgeführt werden.

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.

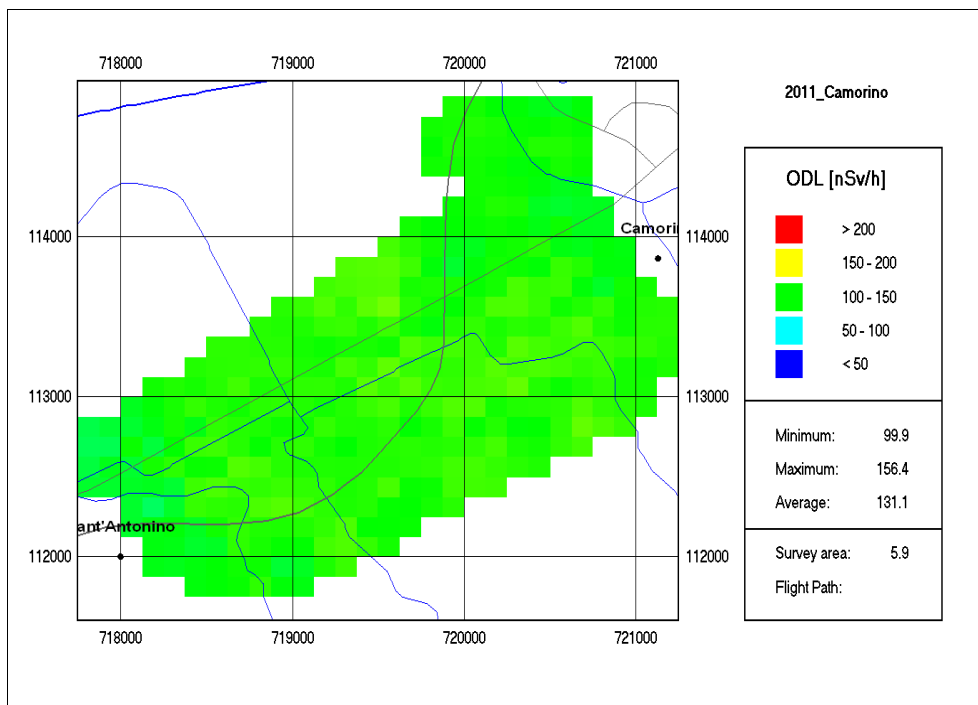


Abb. 17: Karte der Ortsdosisleistung Camorino

Angaben zum Messflug Rodi (BAG-Referenzgebiet):

Datum: 21.09.2011
Fluglinien: Abstand 60 m, 5 Linien (à 2000 m)
Flugzeit: 15 min
Fluggebiet: Rodi; ca. 0.5 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.

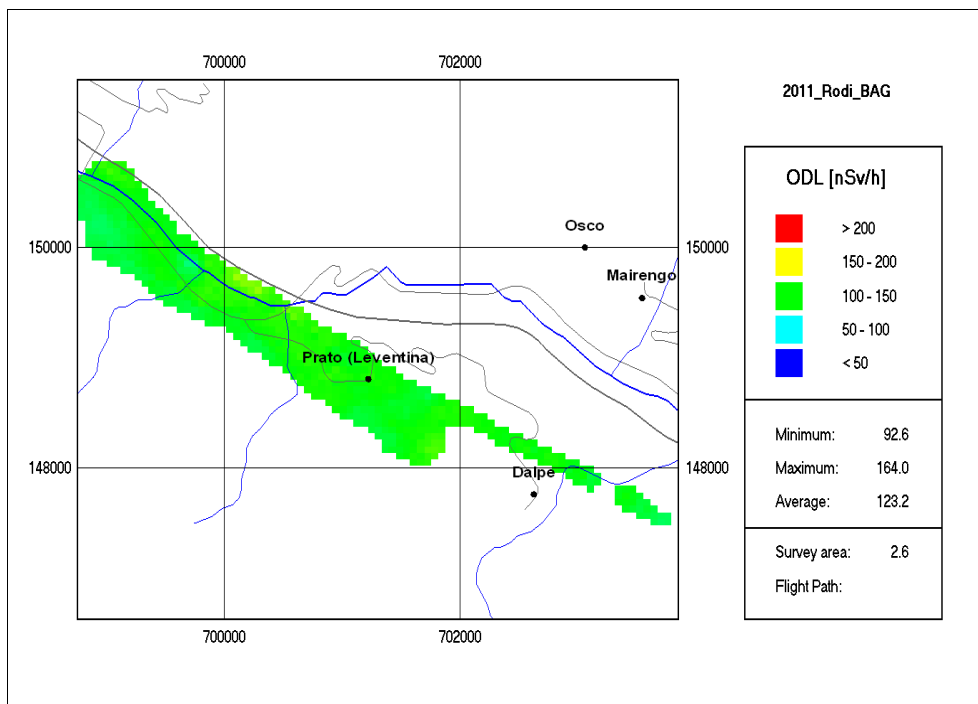


Abb. 18: Karte der Ortsdosisleistung Rodi

Angaben zum Messflug Faido (NEAT Portal):

Datum: 21.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 5 Linien (à 2500 m)
Flugzeit: 20 min
Fluggebiet: NEAT Portal; ca. 1.5 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. Die leicht erhöhten Werte im Südosten des Messgebietes sind auf natürliche Radionuklide im Fels zurückzuführen (siehe Abbildung 20).

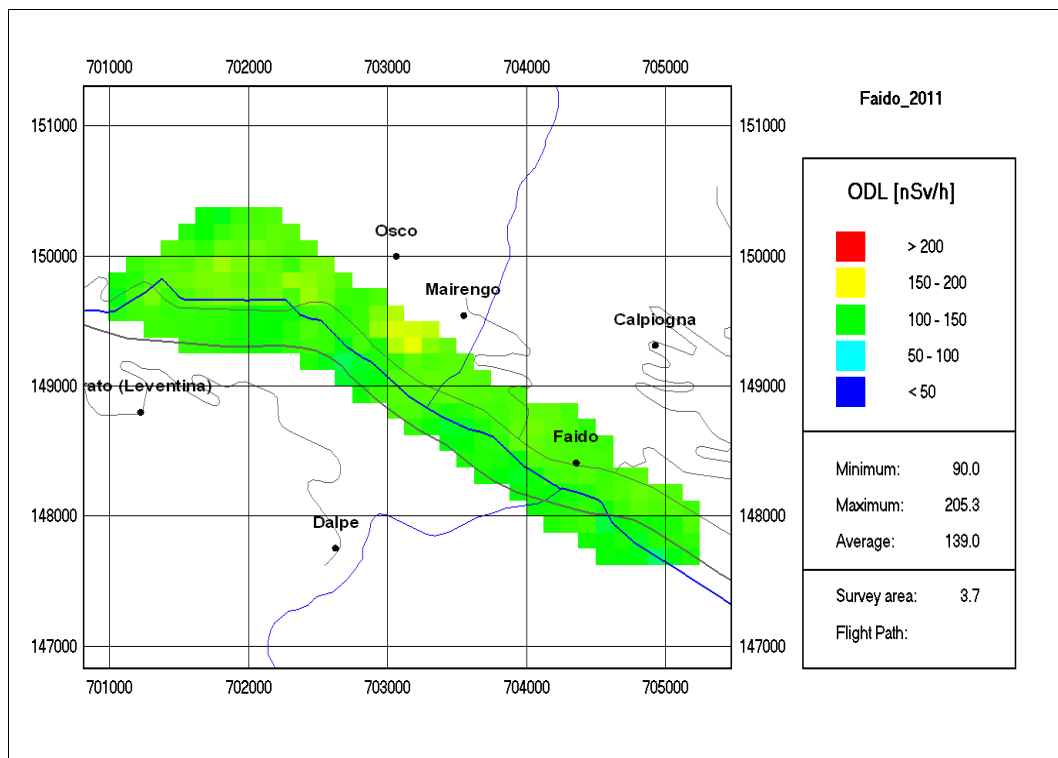


Abb. 19: Karte der Ortsdosisleistung Faido NEAT Portal

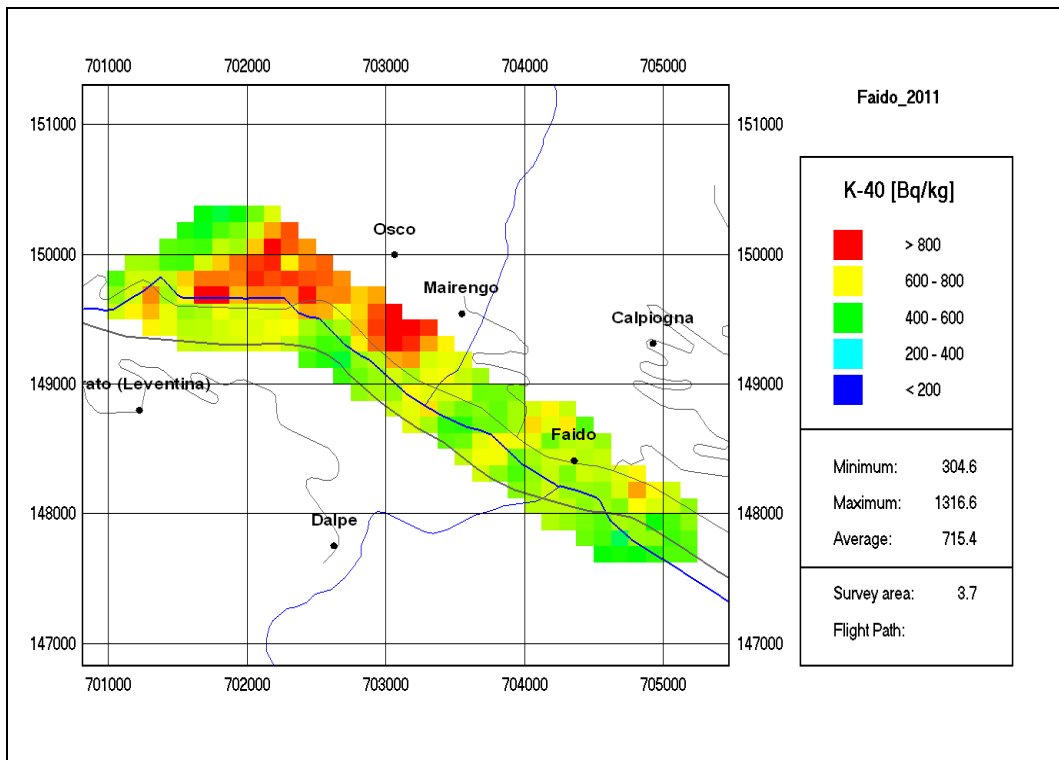


Abb. 20: Karte der K-40 Aktivitäts-Konzentration, Faido NEAT Portal

Angaben zum Messflug Faido (NEAT Materialdeponie):

Datum: 21.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 5 Linien (à 2000 m)
Flugzeit: 20 min
Fluggebiet: Faido NEAT Materialdeponie; ca. 1.2 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. Die leicht erhöhten Werte im Südosten des Messgebietes sind auf natürliche Radionuklide (K-40, Th-232, U-238) sowie leicht erhöhte Cäsium-Werte als Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl 1986 zurückzuführen (siehe Abbildungen 22 und 23).

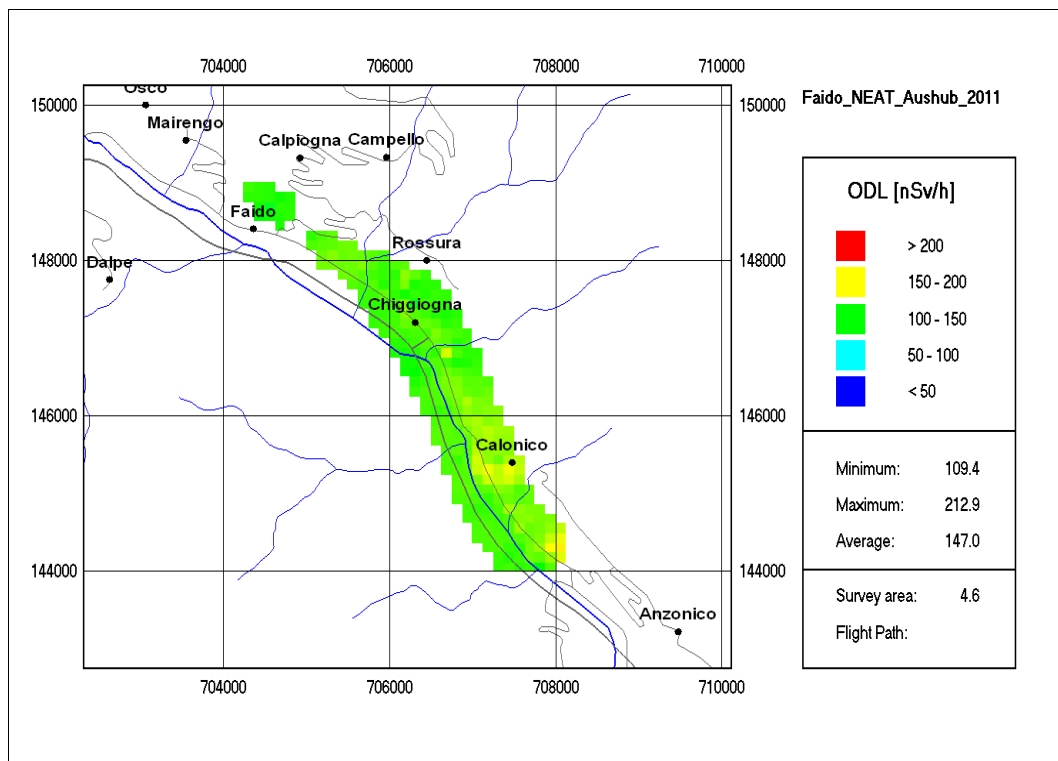


Abb. 21: Karte der Ortsdosisleistung Faido NEAT Deponie

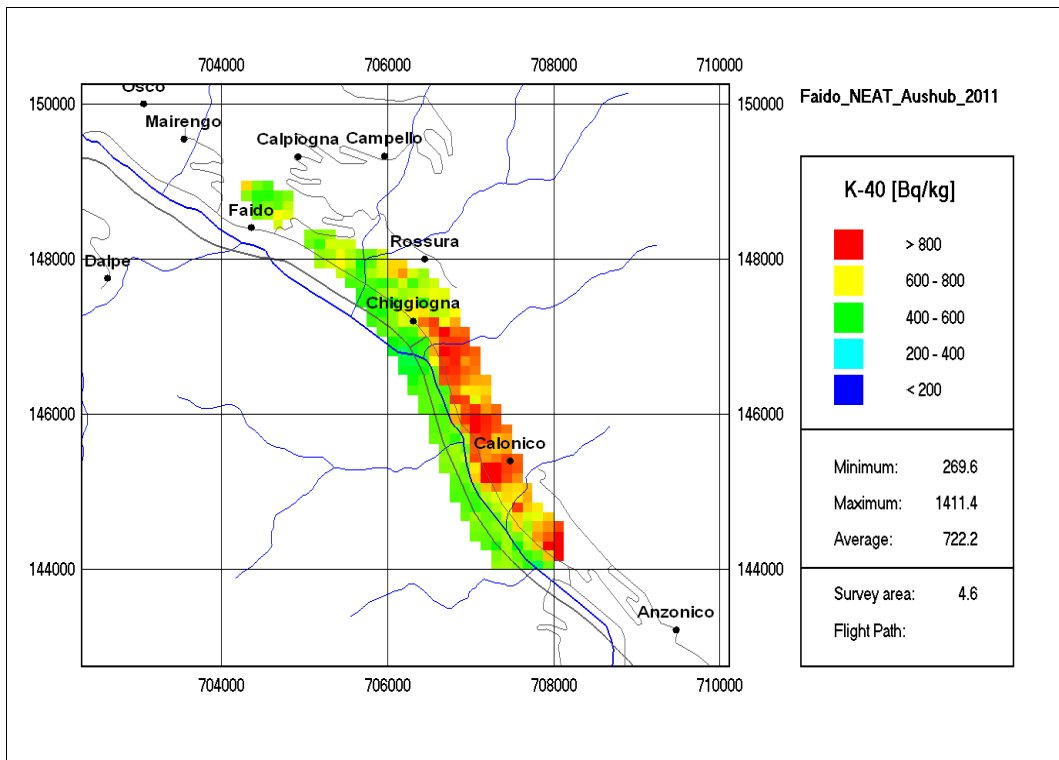


Abb. 22: Karte der K-40 Aktivitäts-Konzentration, Faido NEAT Deponie

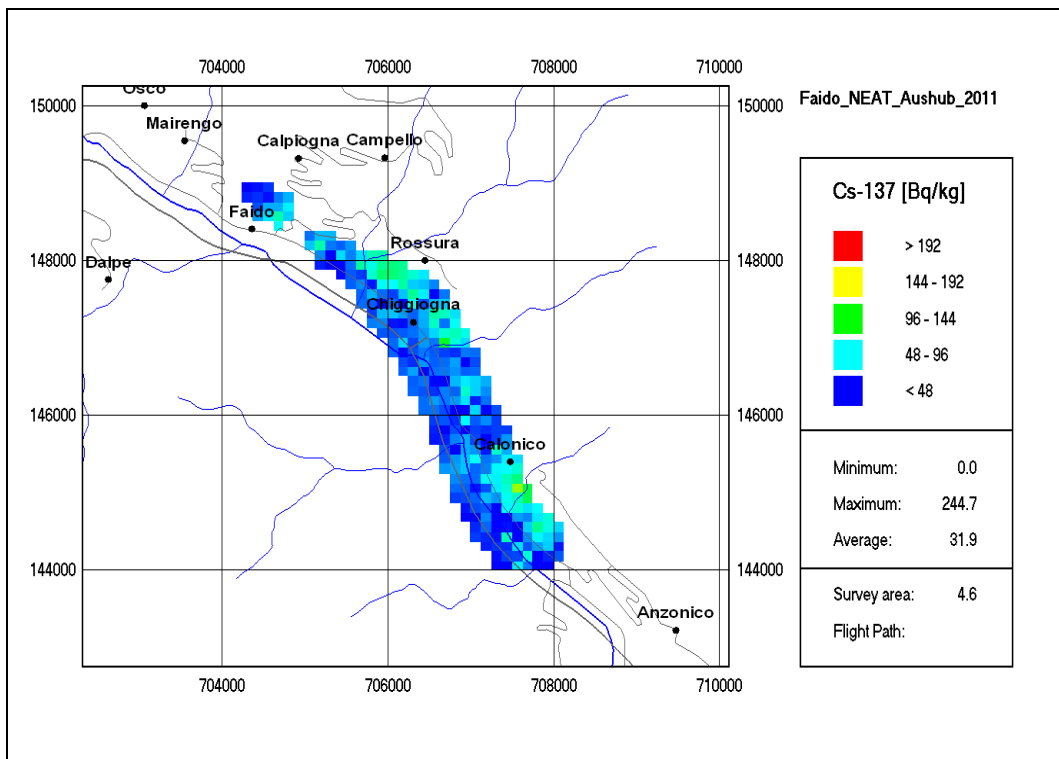


Abb. 23: Karte der Cs-137 Aktivitäts-Konzentration, Faido NEAT Deponie

Angaben zum Messflug Bodio (NEAT Portal):

Datum: 21.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 8 Linien (à 2000 m)
Flugzeit: 20 min
Fluggebiet: Bodio; ca.2 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. Die leicht erhöhten Werte im Nordwesten des Messgebietes sind auf natürliche Radionuklide (vor allem K-40) zurückzuführen (siehe Abbildungen 25).

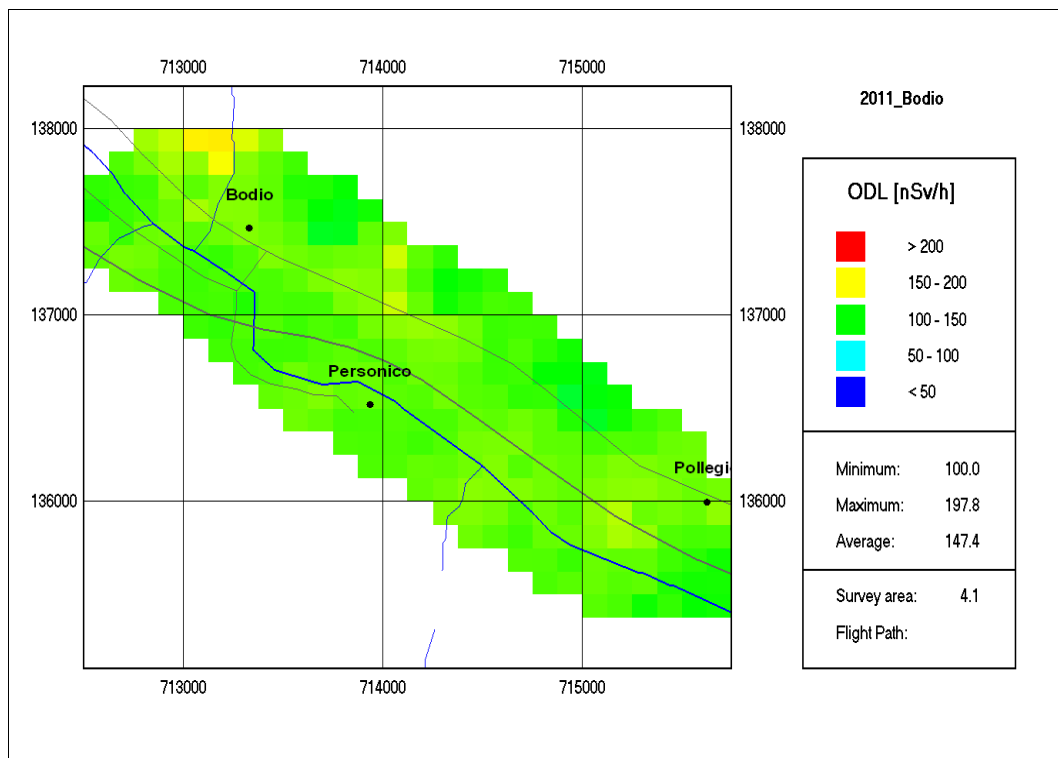


Abb. 24: Karte der Ortsdosisleistung Bodio

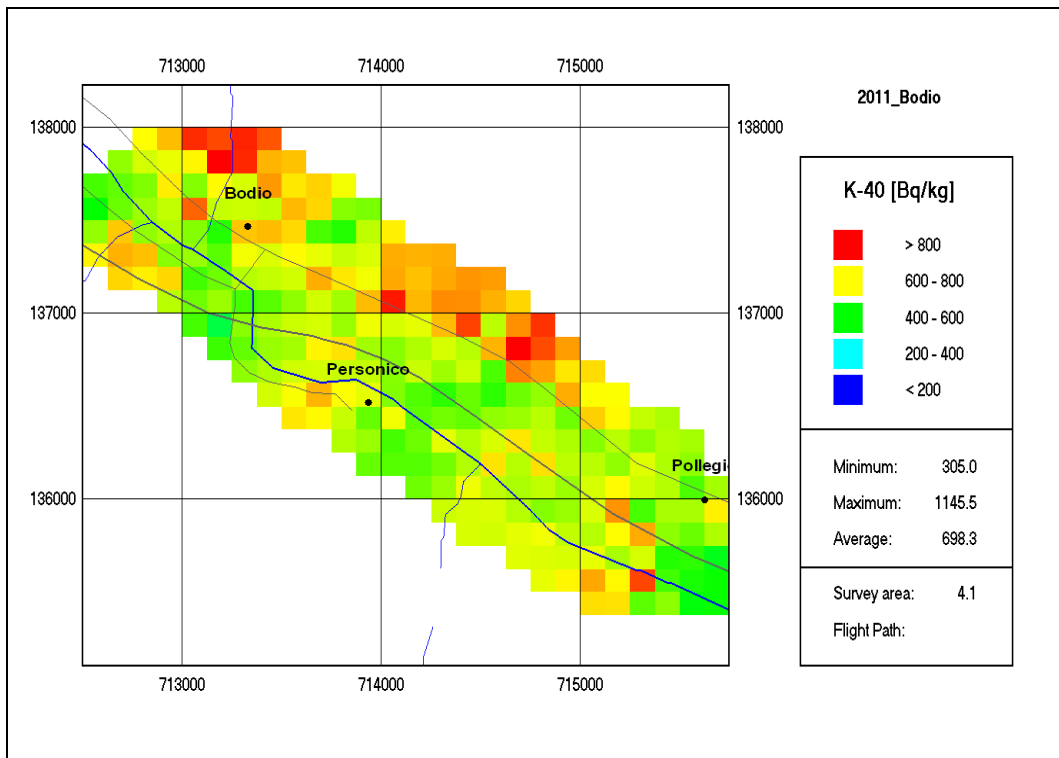


Abb. 25: Karte der K-40 Aktivitäts-Konzentration, Bodio

Angaben zum Messflug Biasca (NEAT Materialdeponie):

Datum: 21.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 11 Linien (à 4000 m)
Flugzeit: 45 min
Fluggebiet: Biasca; ca. 5 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. Die leicht erhöhten Werte im Südosten des Messgebietes sind auf natürliche Radionuklide im Deponiegebiet zurückzuführen (siehe Abbildungen 27 und 28).

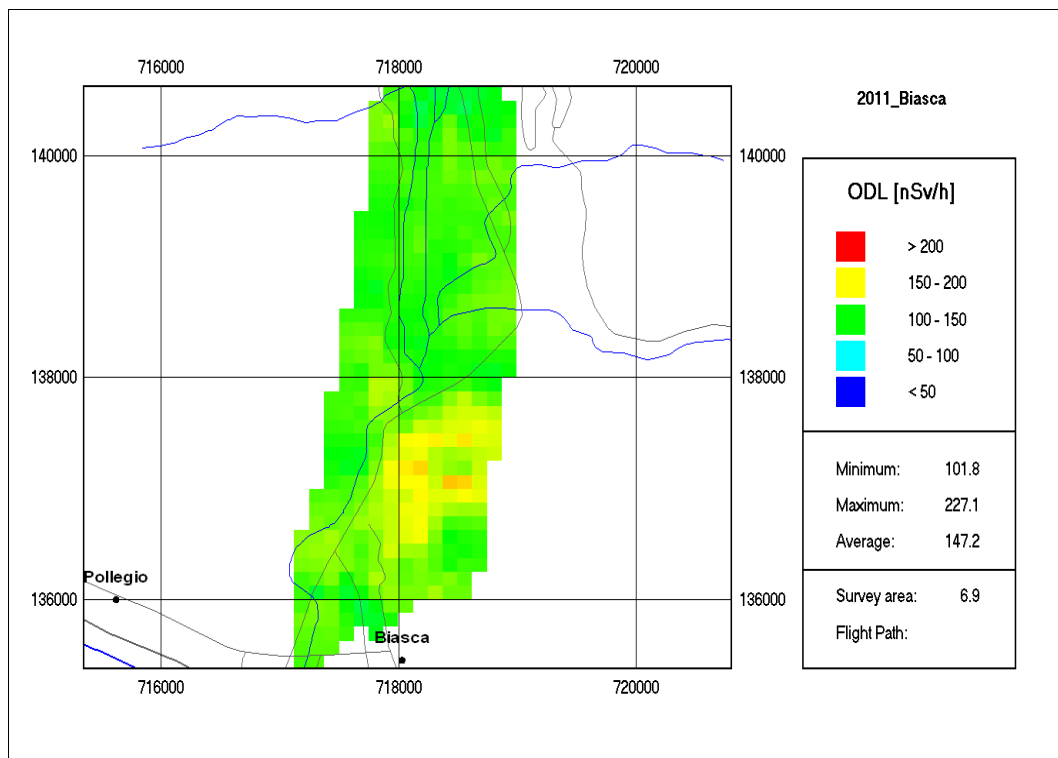


Abb. 26: Karte der Ortsdosisleistung Biasca

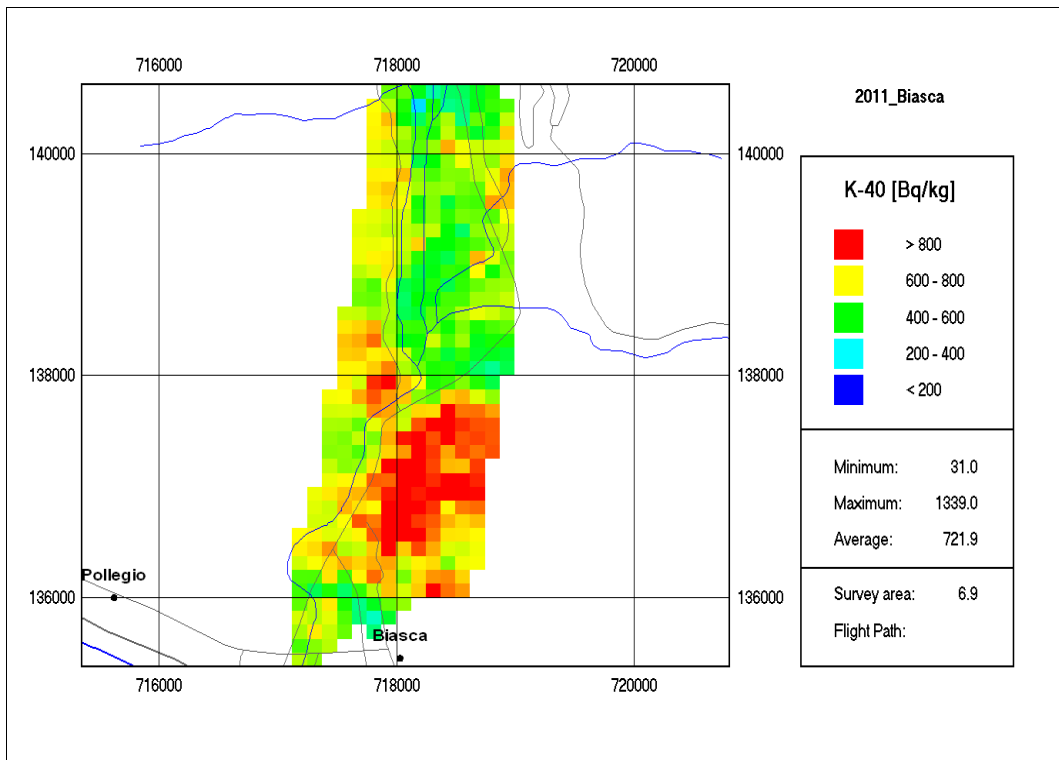


Abb. 27: Karte der K-40 Aktivitäts-Konzentration, Biasca

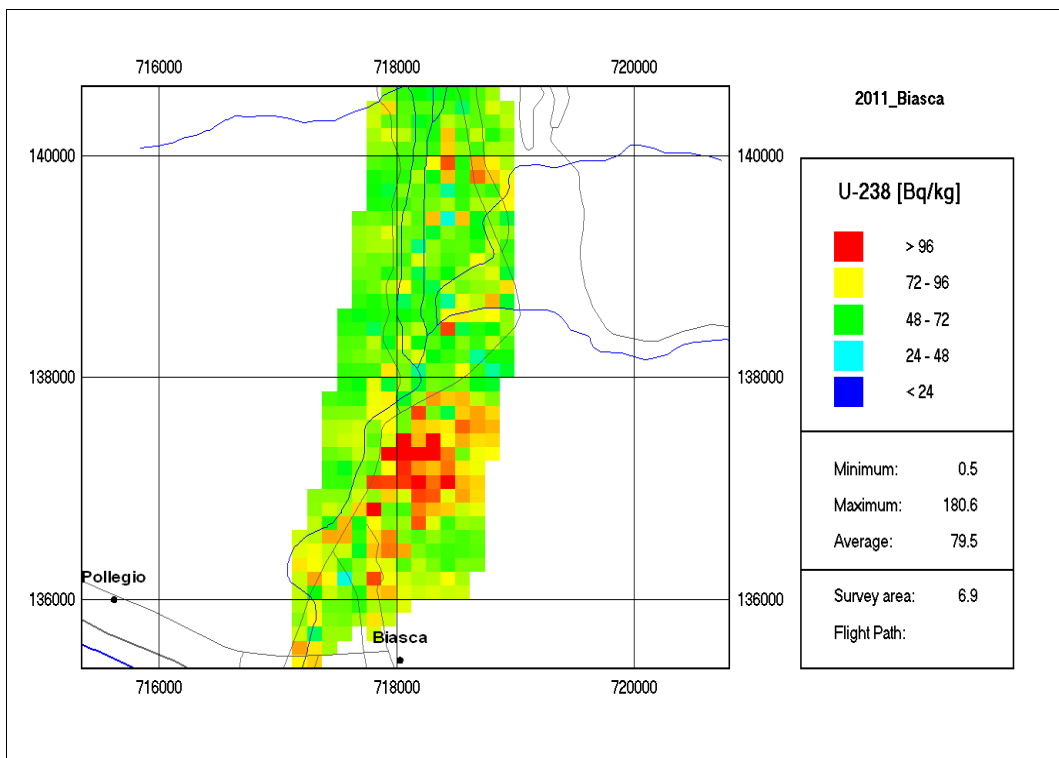


Abb. 28: Karte der U-238 Aktivitäts-Konzentration, Biasca

Angaben zum Messflug Piz Giuv:

Datum: 22.09.2011
Fluglinien: Abstand 250 m, 22 Linien (zwischen 500 m und 5000m)
Flugzeit: 1 h 40 min
Fluggebiet: Piz Giuv; ca. 30 km²
Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Karte der Ortsdosisleistung

Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt im ganzen Gebiet wie erwartet erhöhte Werte. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf Einflüsse der Geologie und Topographie der Wasserläufe sowie auf die Vegetation zurückzuführen. Im Gebiet des Piz Giuv enthält das Gestein hohe Konzentrationen von Uran, Thorium und Kalium (siehe Abbildung 31). Die Messungen bestätigen die Resultate der ARM-Messübung 1998. (Siehe Bericht: Aeroradiometrische Messungen im Rahmen der Übung ARM98, B. Bucher, ETH, März 1999).

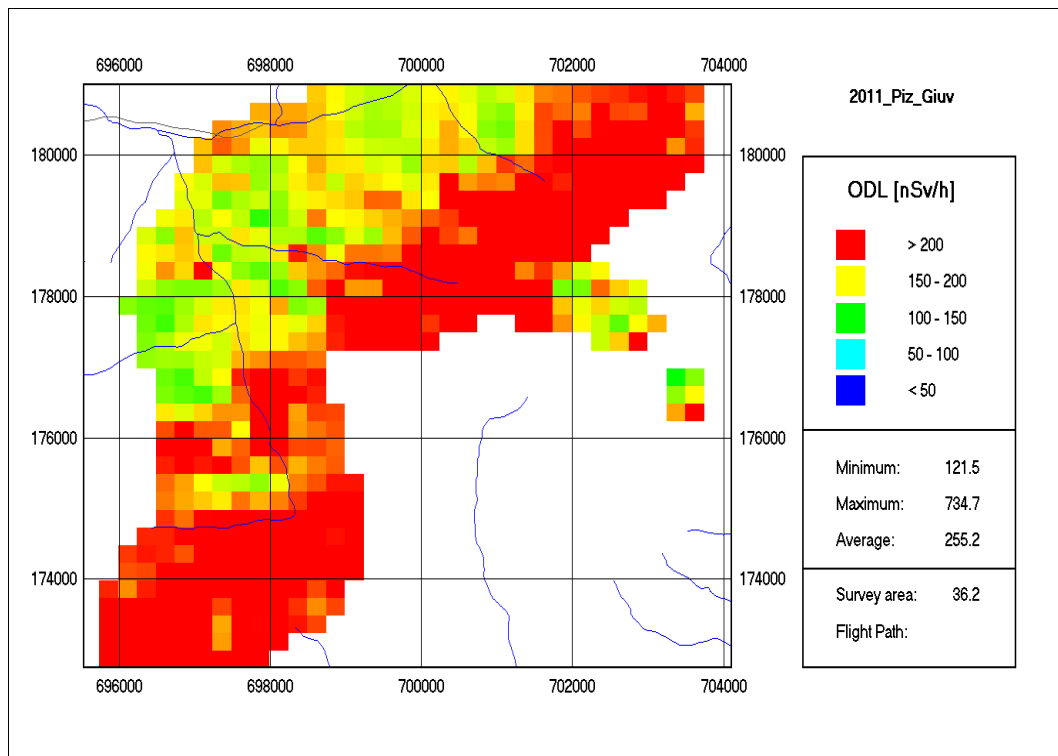


Abb. 29: Karte der Ortsdosisleistung Piz Giuv (Standardskalierung)

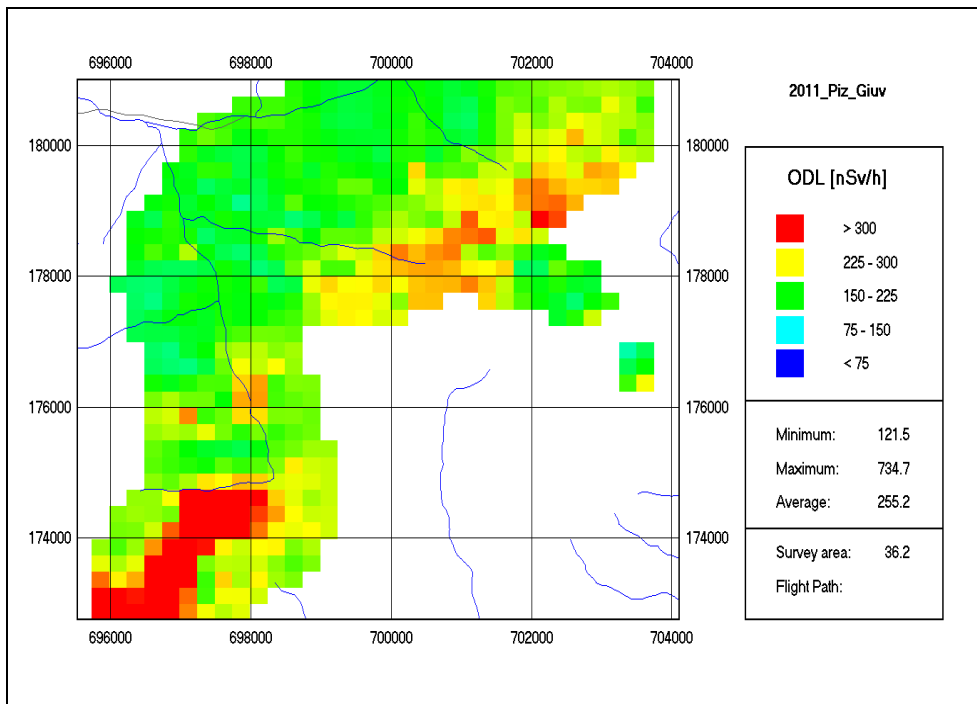


Abb. 30: Karte der Ortsdosisleistung Piz Giuv mit Höhenkorrektur und größerer Skalierung

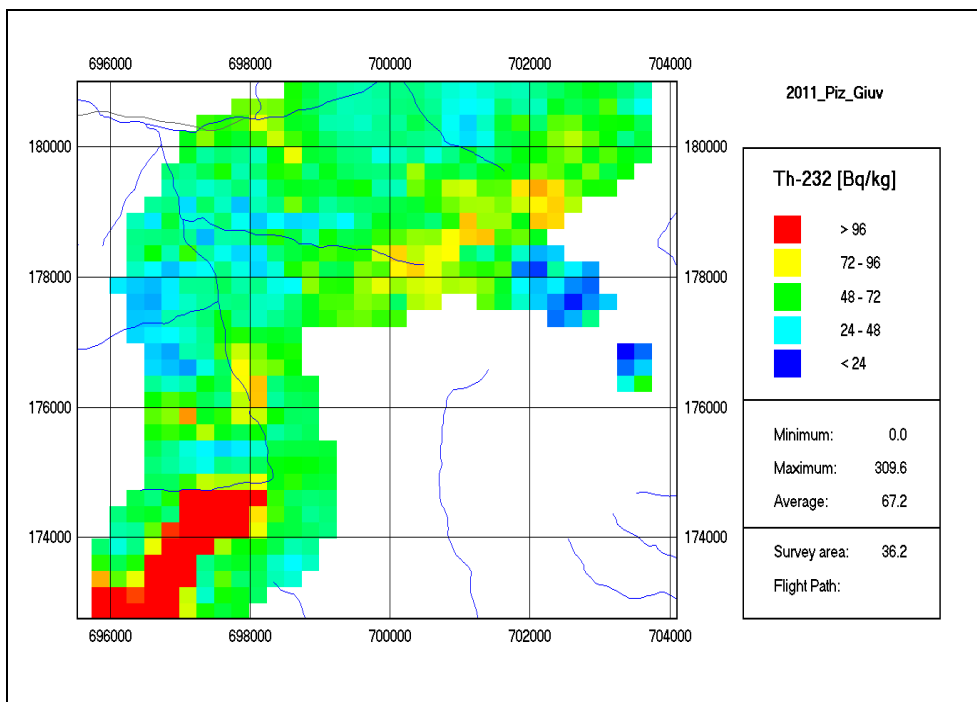


Abb. 31: Karte der Th-232 Aktivitäts-Konzentration, Piz Giuv.

Angaben zum Messflug Affoltern a. A., Firma Agir (NEAT-Materialdeponie):

Datum: 22.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 8 Linien (à 2000m)
Flugzeit: 10 min
Fluggebiet: Affoltern a.A.; ca. 2 km²
Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Bemerkung: Dieser Flug war ursprünglich am 20.09.2011 geplant und konnte aufgrund schlechter Wetterverhältnisse erst am 22.09.2011 durchgeführt werden.

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.

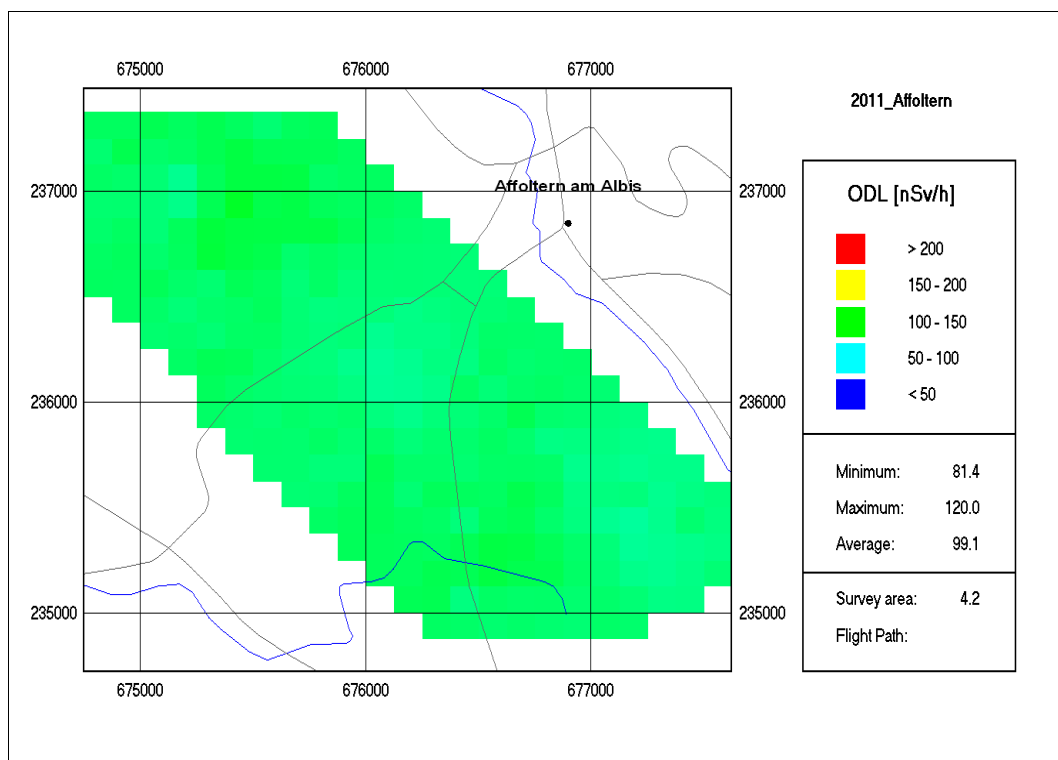


Abb. 32: Karte der Ortsdosisleistung Affoltern a.A.

3.3 Städtemessung Chiasso

Angaben zum Messflug Chiasso:

Datum: 21.09.2011
Fluglinien: Abstand 125 m, 25 Linien (à 5000 m)
Flugzeit: 1 h 5 min
Fluggebiet: Chiasso; ca. 15 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.

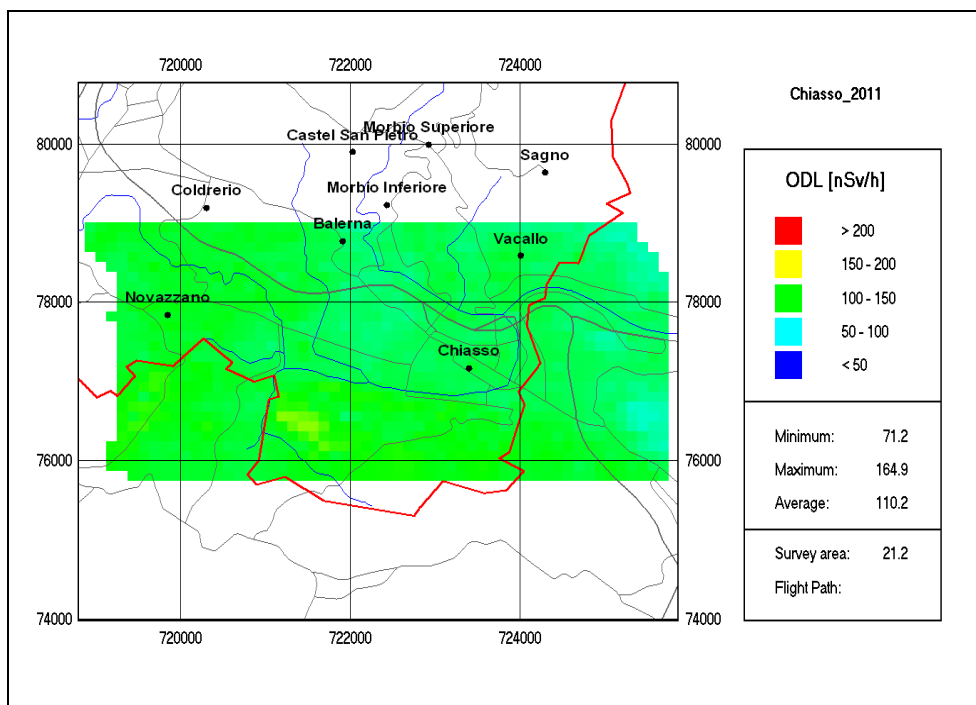


Abb. 33: Karte der Ortsdosisleistung Chiasso

Cs-137 Karte

Die Cs-137 Karte zeigt punktuell leicht erhöhte Werte. Diese stimmen mit den Messungen der Bodenproben, welche das BAG jährlich durchführt, überein ([siehe Bericht Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz 2010, BAG](#)).

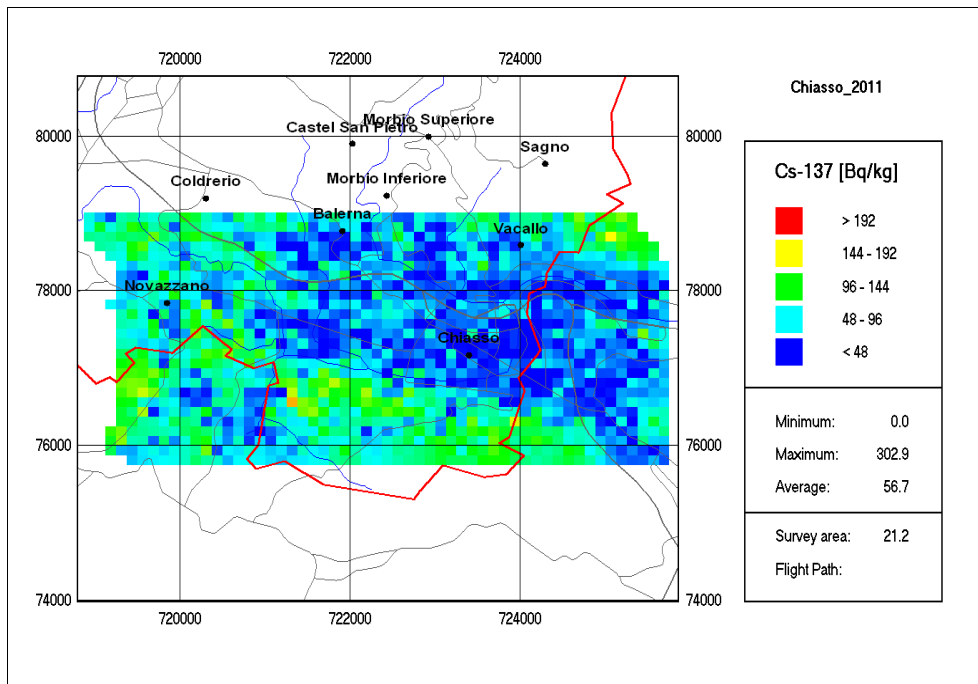


Abb. 34: Karte der Cs-137 Aktivitäts-Konzentration, Chiasso

3.4. Resultate Einsatzübung Tessin

Angaben zum Quellensuchflug Einsatzübung Tessin:

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Datum: | 22.09.2011 |
| Fluggebiet: | Monte Ceneri; ca. 0.5 km ² |
| Fluglinien I: | Abstand 125 m, 6 Linien (à 700 m) |
| Flugzeit I: | 6 min |
| Flughöhe über Grund I: | ca. 90 m |
| Fluglinien II: | Abstand 50 m, 10 Linien (à 700 m) |
| Flugzeit II: | 5 min |
| Flughöhe über Grund II: | ca. 50-60 m |

Vorbereitungsflug für Einsatzübung Tessin

Zur Vorbereitung für die Einsatzübung wurde ein Messflug durchgeführt, bei dem das Einsatzgebiet mit den Standardparametern (90 km/h, 125 m, 90 m; siehe Abb. 35) überflogen wurde. Zur Prüfung, ob mit veränderten Parametern eine schnellere und genauere Angabe zur Position der Quellen möglich ist, wurde das Einsatzgebiet nochmals mit ca. 150 km/h auf einer Höhe von 50-60 m und mit einem Linienabstand von ca. 50 m überflogen (siehe Abb. 36).

Die Erkenntnis der beiden Flüge ist, dass durch die höhere Geschwindigkeit der Zeitaufwand für die Ausmessung des Einsatzgebietes leicht reduziert wird (von 6 min auf 5 min), dabei aber keine Qualitätserhöhung bezüglich Aussage der Quellen-Position möglich ist. Zudem wird durch die höhere Geschwindigkeit die Belastung für das Messteam so hoch, dass eine Analyse der Messdaten während des Fluges kaum noch möglich ist.

Am besten haben sich die Standard-Parameter (Flughöhe 90 m, Geschwindigkeit 90 km/h, Linienabstand 125 m) bewährt. Das Gridsize sollte auf 25 m eingestellt sein. Der Schieberregler für die Farbskala sollte angewendet werden. Eine online-Auswertung der Daten während des Fluges ist schwierig und sollte daher während einer kurzen Zwischenlandung erfolgen.

Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde für die eigentliche Einsatzübung folgendes Vorgehen festgelegt:

- Überfliegen des Einsatzgebietes mit den Standard-Parametern
- Reduktion der Pixel-Grösse der Messpunkte auf 25 m
- Ergänzen der Messlinien im „verdächtigen“ Bereich durch „Zwischenlinien“

Karte der Ortsdosisleistung

Einsatz-Übung-Vorbereitung

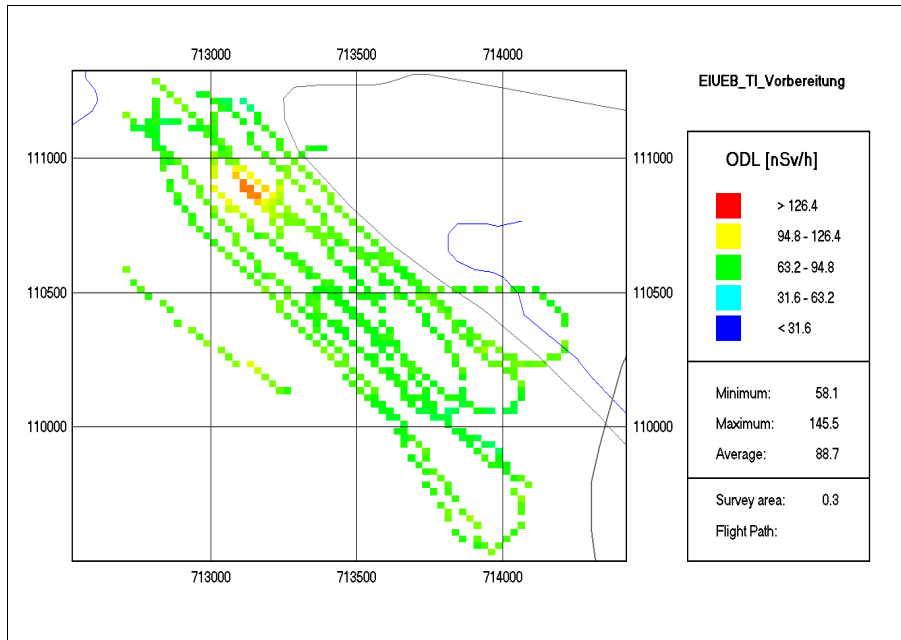


Abb. 35: Karte der Ortsdosisleistung Vorbereitung zur Einsatzübung TI Flug mit Standard-Parametern

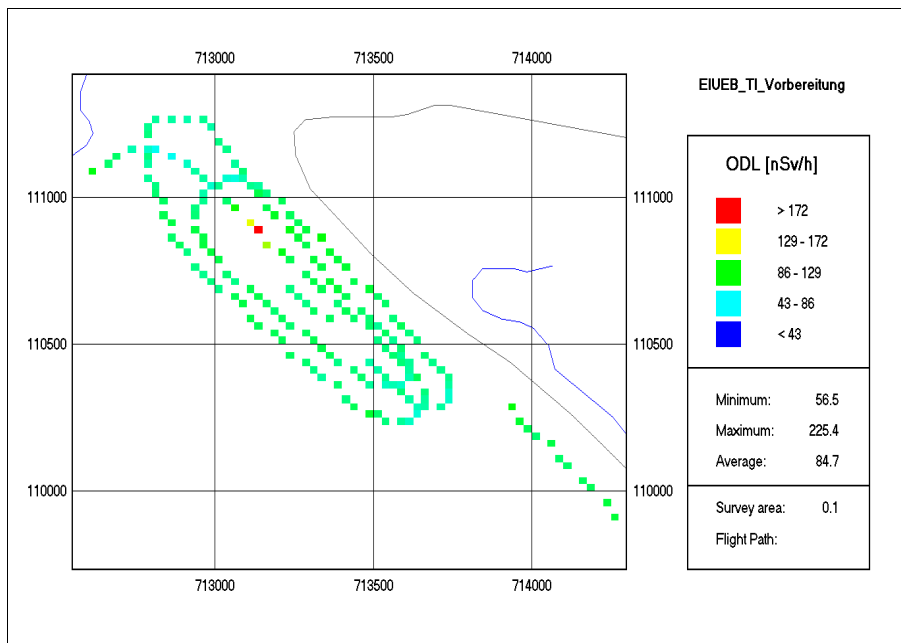


Abb. 36: Karte der Ortsdosisleistung Vorbereitung zur Einsatzübung TI Flug mit angepassten Parametern

Szenario für Einsatzübung

Bei einem Verkehrsunfall zwischen einem LKW und einem PW wird ein Teil der Ladung, die auch radioaktive Stoffe enthält, auf den Unfallplatz geschleudert.

Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt eine erhöhte Ortsdosisleistung im Bereich des Unfallplatzes. Zwei individuelle Hotspots sind sichtbar.

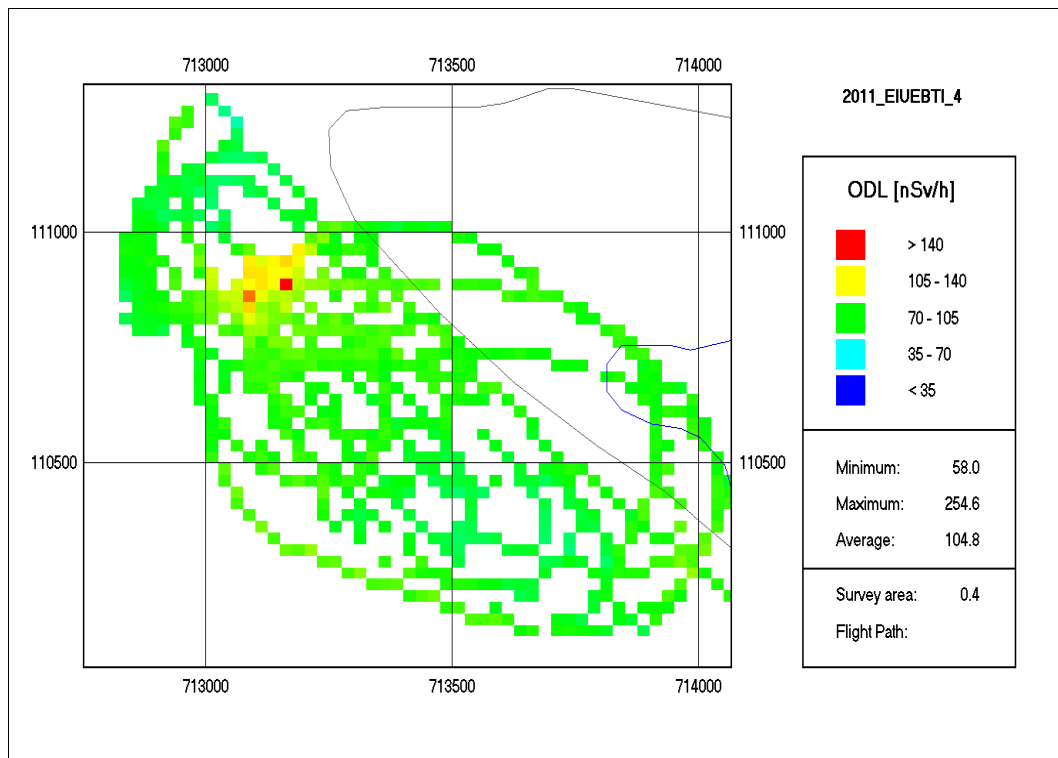


Abb. 37: Karte der Ortsdosisleistung Einsatzübung TI

Durch eine Grobanalyse der Messdaten während des Fluges konnten 3 mögliche Standorte von Quellen identifiziert werden. Aufgrund dieser Auswertung konnten folgende 3 Koordinaten über Funk an den Einsatzleiter vor Ort übermittelt werden:

- 713 094 / 110 857
- 713 015 / 110 884
- 713 136 / 110 937

Das Gebiet in dem die Einsatzkräfte am Boden nach den Quellen suchen mussten wurde durch diese Angaben stark eingegrenzt.

Nuklidspezifische Aktivitäts-Konzentrationen

Auf der Karte der Cs-137 Zählraten (Abb. 38) ist ein einzelner Hotspot erkennbar. Betrachtet man die Karte der Co-60 Zählraten (Abb. 39) erscheinen 4 unterschiedliche Hotspots, welche einzelnen Quellen entsprechen könnten.

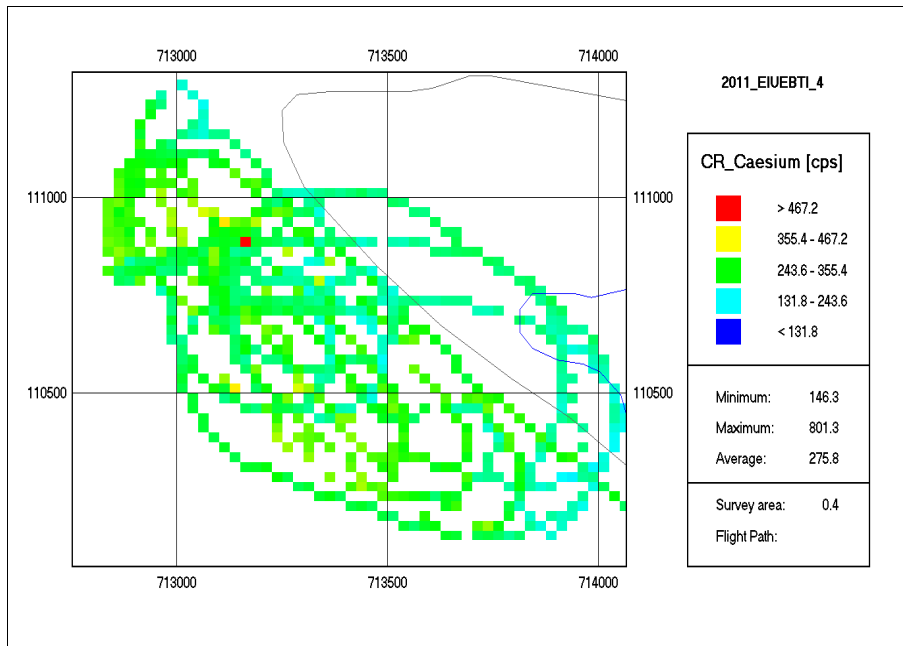


Abb. 38: Karte der Cs-137 Zählraten Einsatzübung TI

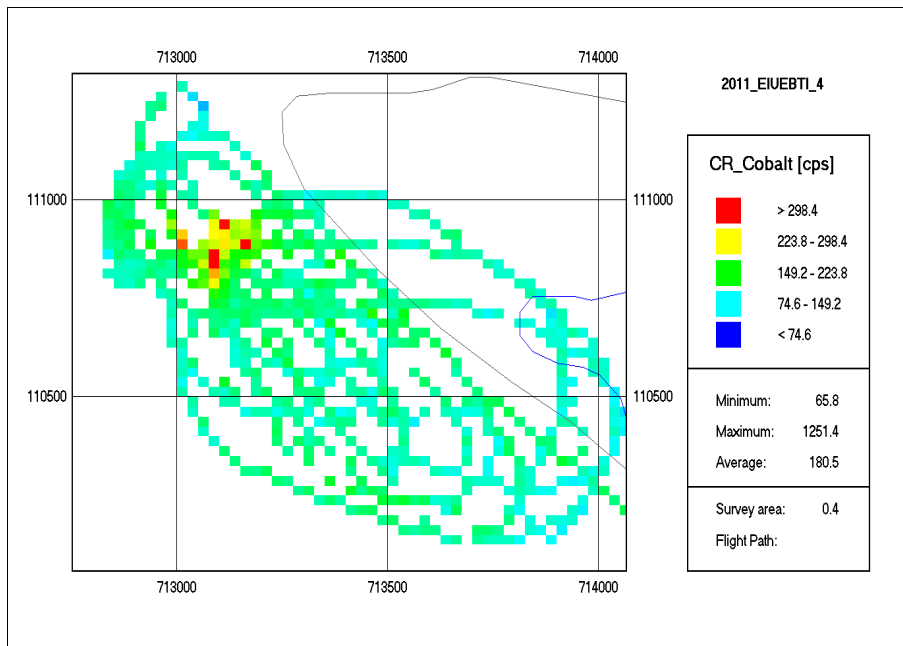


Abb. 39: Karte der Co-60 Zählraten Einsatzübung TI

3.5. Erkenntnisse Messübung Aeroradiometrie 11

Die Ziele der Aeroradiometrie-Messwoche 2011 wurden vollumfänglich erreicht. Aus Witterungs- und technischen Gründen musste das Flugprogramm mehrmals umgestellt werden. Trotzdem konnten alle Messungen durchgeführt werden. Der Ausbildungs- und Trainingsstand der Messspezialisten, Techniker und Piloten der Aeroradiometrie-Equipe ist hoch.

Die Einsatzdokumentation wurde überprüft und aktualisiert. Die Darstellung der Resultate konnte jeweils innert 2 Stunden nach dem Ende der Messflüge fertig gestellt werden. Ein neues Verfahren zur Erstellung des Kurzberichtes hat sich bewährt.

Die Einführung und Ausbildung eines neuen Mitglieds der Messequipe wurde erfolgreich durchgeführt.

Die Übung mit den Einsatzkräften des Kantons Tessin hat gezeigt, dass die Zusammenarbeit zwischen der Messequipe in der Luft und den Einsatzkräften am Boden funktioniert.

Es hat sich gezeigt, dass Messflüge zur Quellensuche mit höherer Geschwindigkeit und geringerer Flughöhe eine kleine Zeitersparnis bringen, jedoch die Belastung für das Messteam stark erhöhen. Diese Erkenntnis soll noch weiter analysiert und in einem definitiven Messkonzept für die Quellensuche festgehalten werden.

4. Aeroradiometrie allgemein

4.1. Wie funktioniert die Aeroradiometrie?

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

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 darstellen. Zum Vergleich: Bodenmessungen decken nur eine Fläche von rund 100 m² ab.

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 hochenergetische 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.