



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,
Bevölkerungsschutz und Sport VBS

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
Nationale Alarmzentrale NAZ

Cristina Danzi

16.07.10

Messflüge 2010 vom 05.07 – 09.07.2010

Ergänzungen zum Kurzbericht über die Aeroradiometriemessflüge
und Zusammenstellung der Resultate

Stand: 16.07.2010

Dieser Bericht ist unter www.naz.ch erhältlich.

Inhalt:

EINLEITUNG.....	3
ZUSAMMENFASSUNG.....	5
1. RESULTATE DER MESSFLÜGE KKB, KKL, PSI UND ZWILAG.....	6
Dosisleistungskarte.....	6
MMGC-Ratio Karte.....	7
Cs-137-Karte.....	8
2. RESULTATE DER TRANSVERSALE WIL-POSCHIAVO.....	9
Dosisleistungskarte.....	9
Details GR.....	10
Cs-137 Karte.....	12
U-238 Karte.....	13
3. RESULTATE DER TRANSVERSALE MARTINA-CASTASEGNA.....	14
Dosisleistungskarte.....	14
Details Castasegna – St. Moritz.....	15
4. RESULTATE DES MESSFLUGES IM DISCHMA-TAL.....	19
5. RESULTATE DES MESSFLUGES IM GEBIET CADENAZZO.....	22
Dosisleistungskarte.....	22
Karten der natürlichen Radionuklide.....	24
6. RESULTATE DES MESSFLUGES IM GEBIET HAUTERIVE (POSIEUX).....	25
Dosisleistungskarte.....	25
Cs-137 Karte.....	26
Karten der natürlichen Radionukliden.....	27
7. RESULTATE DER TRANSVERSALE MONTREUX-ST. MARGRETHEN.....	28
Dosisleistungskarte.....	28
8. RESULTATE DES MESSFLUGES IM GEBIET ZÜRICH (RECKENHOLZ).....	32
Karten der natürlichen Radionuklide.....	34
9. RESULTATE DES MESSFLUGES IM GEBIET GÜTTINGEN.....	35
Karten der natürlichen Radionuklide.....	37
10. ERLÄUTERUNGEN ZU DEN AERORADIOMETRISCHEN KARTEN.....	38

Verteiler: Teilnehmer
NAZ (C NAZ, FBA, Zirkulation, Kdt Stab BR NAZ, C Sektion MO, Stab BR NAZ),
Präsident KomABC, Geschäftsstelle Nationaler ABC-Schutz, ENSI (G.Schwarz),
Prof. Rybach, ELTA, Luftwaffe (Piloten), URA, Abt ACSD

Einleitung

Die Nationale Alarmzentrale führt jedes Jahr eine einwöchige Messkampagne durch, um die Einsatzbereitschaft des Messmittels Aeroradiometrie sicherzustellen. Die diesjährige Messflüge fanden vom 05. bis 09. Juli 2010 in mehreren Gebieten der Schweiz statt.

Als Einsatzmittel kann die Aeroradiometrie ein Gebiet rasch und flächendeckend ausmessen, während Bodenmessungen genauere, aber nur punktuelle Resultate liefern. Das verwendete Messgerät besteht aus einem empfindlichen Detektor (16L-NaI-Kristall) mit einem Computerauswertesystem, das in einem Hubschrauber (Super Puma der Luftwaffe) installiert wird. Bei einer Fluggeschwindigkeit von ca. 100 km/h und einem Fluglinienabstand von 250 m kann eine Fläche von ca. 70km² innerhalb von 3 Stunden ausgemessen werden. Die Flughöhe muss dabei konstant 90m über Boden betragen, was hohe Anforderungen an die Präzision der Piloten und die Leistungsfähigkeit des Helikopters stellt.

Turnusgemäss wurden die Kernkraftwerke Beznau (KKB) und Leibstadt (KKL) sowie das Paul Scherrer Institut (PSI) und die Anlagen der Zwischenlager AG (ZWILAG) in Würenlingen aeroradiometrisch gemessen¹. Im Jahr 1999 wurde das Standardmessprogramm rund um das KKL um einige Fluglinien auf deutscher Seite erweitert. Um zu prüfen, ob die damals erfassten Vergleichswerte noch aktuell sind, hat die Deutsch-Schweizerischen Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen angeregt, dieses Gebiet anlässlich der diesjährigen Messkampagne erneut zu kartieren. Parallel dazu haben die deutschen Kollegen auch Bodenmessungen mit den ABC-Erkundern durchgeführt.

Zudem wurden im Auftrag des Bundesamts für Gesundheit (BAG) fünf Flächenmessungen in den Kantonen Graubünden, Tessin, Freiburg, Thurgau und Zürich durchgeführt. Vier dieser Flächen stehen als mögliche Referenzflächen für eine intensivere Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt zur Auswahl. Das BAG sucht zurzeit nach geeigneten Standorten, um die Empfehlungen der EU zur Überwachung der Radioaktivität umzusetzen. Die fünfte Fläche (Davos (Dischma Tal)) wurde parallel zu einer innerschweizerischen In-Situ-Gammaspektrometrie-Vergleichsmessung von BAG, ENSI, IRA und Labor Spiez ausgemessen. Diese innerschweizerische Messkampagne dient der Vorbereitung einer für 2011 geplanten internationalen Vergleichsmessung der In-Situ-Gammaspektrometrie am gleichen Ort.

Drei Transversalprofile wurden im Auftrag der Fachgruppe Aeroradiometrie (FAR) abgeflogen, um noch nicht aeroradiometrisch erfasste Gebiete der Schweiz abzudecken.

Die Ziele dieser Dienstleistung des ARM-Teams der NAZ waren:

- 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.

¹ Alle Schweizer Kernanlagen werden im Auftrag des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats im Zweijahresrhythmus ausgemessen.

- Überprüfung und Aktualisierung der Einsatzdokumentation.
- Berichterstattung: Ein Kursbericht in einwandfreier Qualität mit der Zusammenstellung der Resultate liegt 2 Stunden nach dem letzten Flug vor.
- Im Auftrag des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats ENSI, Kontrollmessungen in der Umgebung des Kernkraftwerks Beznau, des Kernkraftwerk Leibstadt inklusive der deutschen Seite, des ZWILAG's und des PSI.
- Im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit BAG, Abteilung Überwachung der Umweltradioaktivität URA:
 - Vergleichsmessung zu In-Situ Gamma Spektrometrie in Davos (Dischma Tal)
 - Referenzflächen (Hauterive (Posieux), Güttingen, Cadenazzo, Zürich (Reckenholz)).
- Im Auftrag der Fachgruppe Aeroradiometrie Schweiz FAR:
 - Transversale Wil – Poschiavo
 - Transversale Castasegna – Martina
 - Transversale Montreux – St. Margrethen.

Der vorliegende Bericht enthält eine erste Analyse der Resultate der diesjährigen Messkampagne.

Dank

Die Autoren bedanken sich bei allen Teilnehmern dieser Messkampagne für die gute Zusammenarbeit und Vorbereitung.



Zusammenfassung

Das diesjährige Messprogramm umfasste Messflüge zugunsten des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI), des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) und der Fachgruppe Aeroradiometrie (FAR). Für das ENSI wurden turnusgemäss die Kernanlagen im Kanton Aargau (Kernkraftwerke Beznau und Leibstadt, das Paul Scherrer Institut in Villigen und das Zwischenlager ZWILAG in Würenlingen) überflogen, erstmals seit 1999 wurde dabei in Absprache mit den deutschen Behörden auch ein Gebiet auf der deutschen Seite des Rheins überflogen.

Die Messgebiete für das BAG und die FAR ergänzten sich optimal. Für das BAG wurden verschiedene Gebiete ausgemessen, welche als mögliche Referenzflächen für eine intensivere Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt zur Auswahl stehen, resp. in denen parallel bodengestützte Übungsmessungen stattfanden. Diese Gebiete waren auf die Kantone Graubünden, Tessin, Freiburg, Thurgau und Zürich verteilt. Für die FAR wurden verschiedene Messlinien quer durch die Schweiz abgeflogen (sog. Transversalen), die sich zwischen den Standorten der BAG-Messungen verteilten. So konnten die Flüge optimal ausgelastet werden.

Die wichtigsten Ergebnisse der Messkampagne 2010:

- In der Umgebung der Kernanlagen KKB, KKL, PSI und ZWILAG konnten ausserhalb des Betriebsareals keine Ablagerung von künstlicher Radioaktivität festgestellt werden.
- Im Gebiet des PSI wurde die Messung durch das Durchfliegen der Abluftfahne eines Hochkamins des PSI beeinträchtigt. Dieser Effekt, der bereits 2006 und 2008 feststellbar war, fiel diesmal aufgrund der Wetterlage mehr ins Gewicht.
- Bei der Messung der Transversalen im Alpenraum konnten stark variierende Ortsdosisleistungs-Werte (ODL-Werte) festgestellt werden. Diese erklären sich aus verschiedenen natürlichen Radionukliden im Gestein (Kalium K-40, Uran U-238, Thorium Th-232). Es konnten keine erhöhten Messwerte aufgrund künstlicher Radionuklide gemessen werden.
- Im Dischma-Tal GR konnte eine aus wissenschaftlicher Sicht sehr interessante ODL-Messkarte gewonnen werden mit stark variierenden Werten. Diese dürften mit der speziellen Geologie des Tals zusammenhängen (verschiedene Schichtung des Bodens, Wasserlauf) und stammen von natürlichem Kalium (K-40) und Uran (U-238).
- In Cadenazzo konnten immer noch leicht erhöhte Cäsium-Werte als Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl 1986 gemessen werden.
- Bei den Messflügen in Hauterive (Posieux), Güttingen und Zürich (Reckenholz) konnten keine Besonderheiten festgestellt werden.

Das Messprogramm konnte ohne Einschränkungen absolviert werden. Der Ausbildungs- und Trainingsstand der Messspezialisten, Techniker und Piloten der Aeroradiometrie-Equipe ist hoch.

1. Resultate der Messflüge KKB, KKL, PSI und ZWILAG

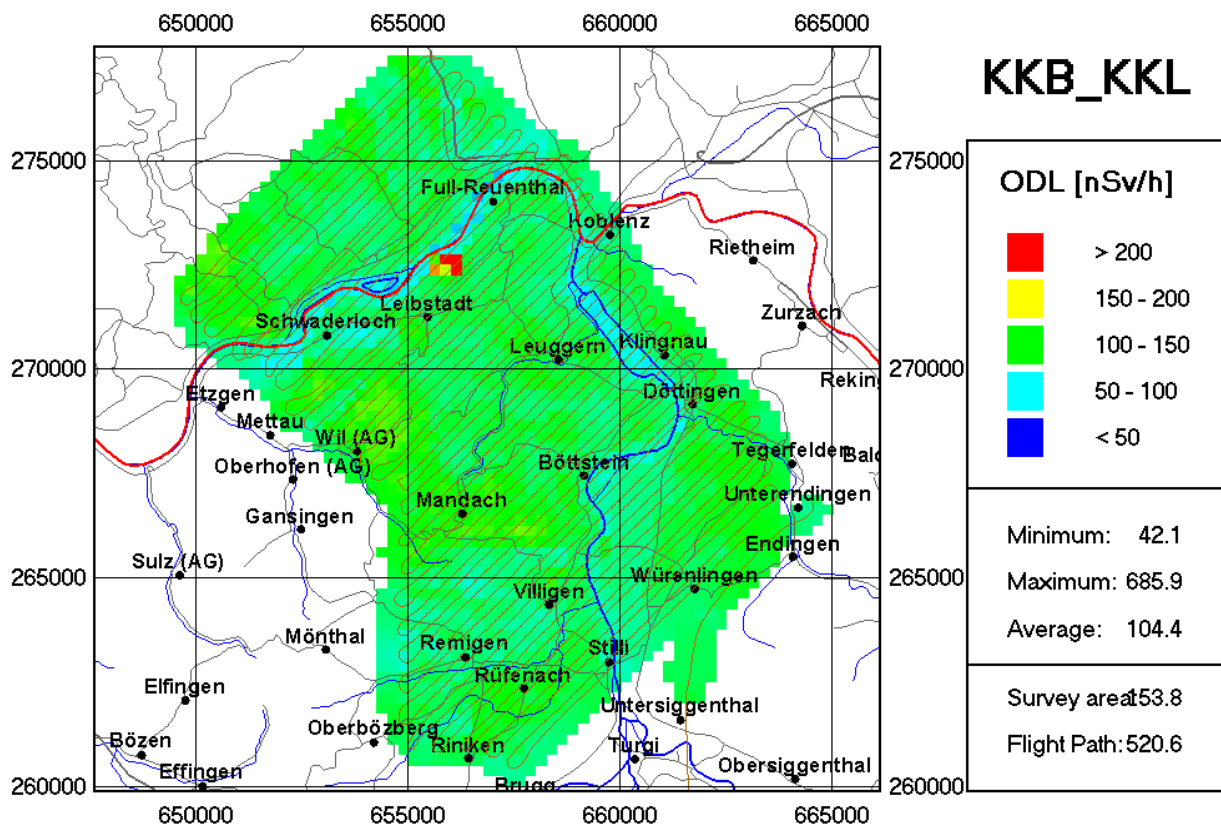
Datum: 05.07.2010
 Fluglinien: Abstand 250 m, 55 Linien
 Flugzeit: 3 h 30 min
 Fluggebiet: KKB, KKL (inkl. Deutsche Seite), PSI, ZWILAG; ca. 120 km²
 Flughöhe über Grund: ca 90 m

Dosisleistungskarte

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

Das Maschinenhaus des Kernkraftwerks Leibstadt ist auf der Karte klar zu erkennen. Bei Siedewasserreaktoren wie Leibstadt gelangt radioaktives Material mit der Frischdampfleitung in das Maschinenhaus. Da das Dach des Maschinenhauses nicht vollständig abgeschirmt ist, kann die hochenergetische Gammastrahlung des Stickstoffisotops N-16 aus der Luft sehr gut detektiert werden. Ausserhalb des umzäunten Areals konnten keine Werte festgestellt werden, die im Vergleich zu früheren Jahren erhöht sind.

Es sind keine weitere erhöhten Werte auf der Ortsdosisleistungskarte zu erkennen, insbesondere sind das KKW Beznau sowie PSI und ZWILAG nicht sichtbar.

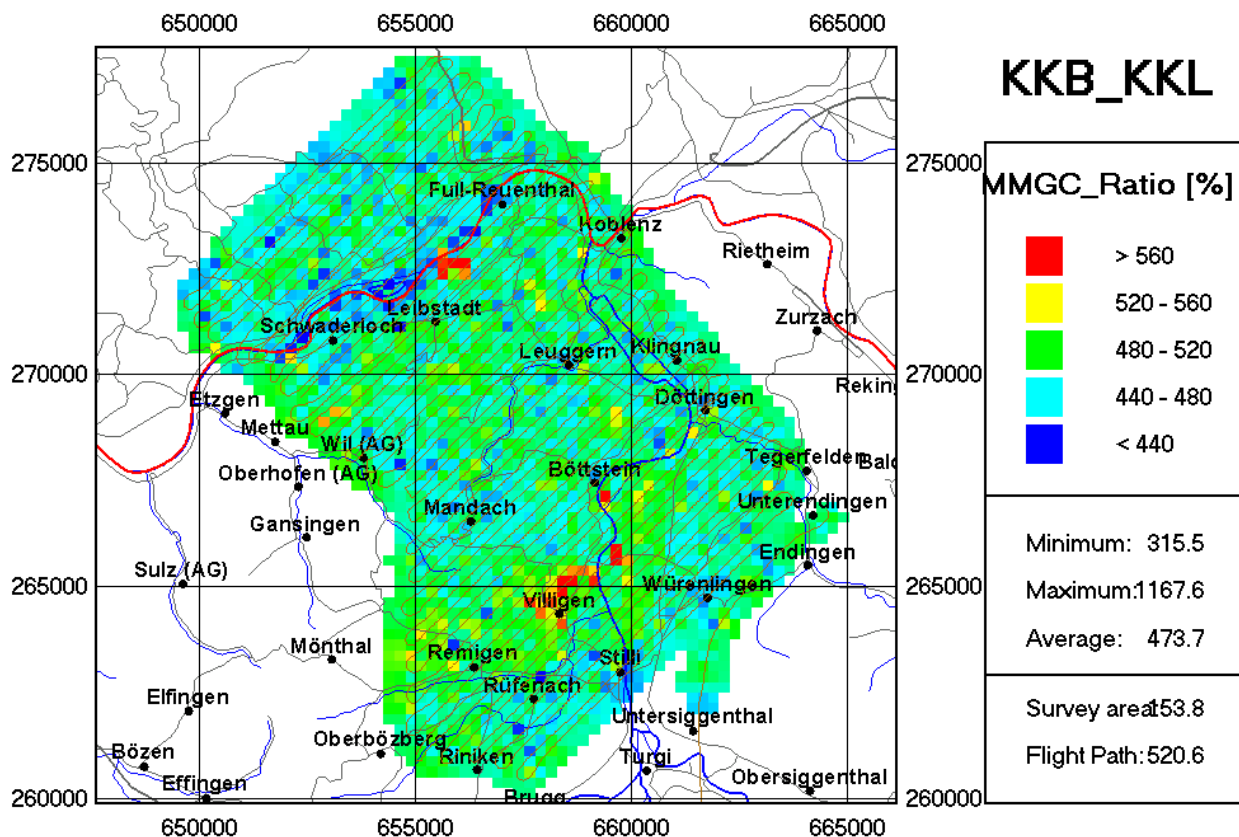


MMGC-Ratio Karte

Auf der nach dem ManMadeGrossCount-Ratio ausgewerteten Karte sind leicht erhöhte Werte im Bereich des KKL, KKB, PSI Ost und West zu erkennen, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen.

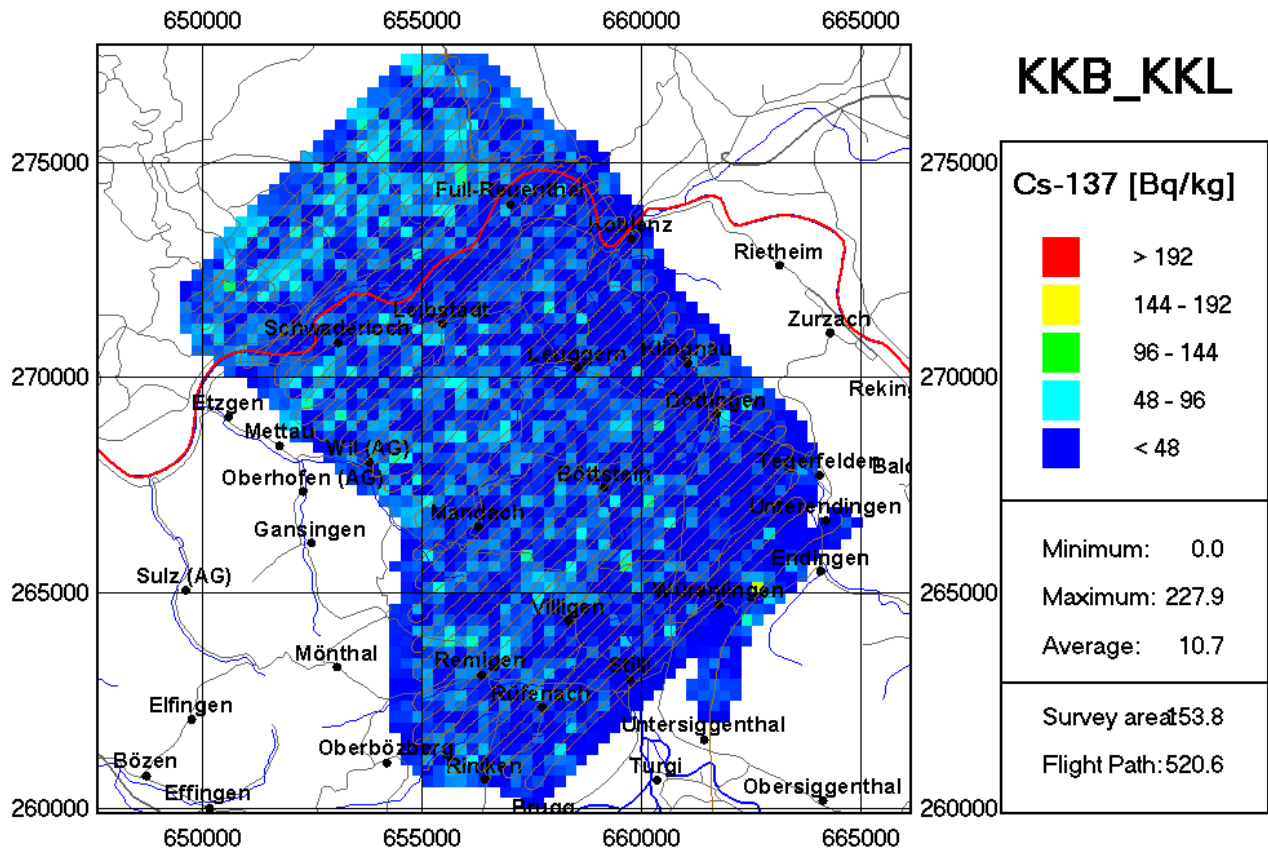
- Das KKL ist auf Grund der Bauweise des Siedewasserreaktors zu sehen. Die gemessene Strahlung entspricht derjenigen aller früheren Messungen.
- Über dem Betriebsgelände des KKB sind ebenfalls erhöhte Werte des MMGC festzustellen.
- Beim PSI Ost sieht man auf der Karte die erhöhten Werte, die durch das Bundeszwischenlager BZL verursacht werden.

Beim PSI West wird die durch die Beschleunigeranlage induzierte Streustrahlung erfasst. Die erhöhten Werte in der Umgebung von Villigen sind auf die [Ergänzungen PSI / BAG: Abluft normale und bilanzierte Abgabe sehr kurzlebiger Radionuklide] der Beschleunigeranlagen im PSI West zurückzuführen. Diese Messwerte wurden erfasst, weil der Helikopter durch die Abluffahne eines [Ergänzungen PSI: Hoehkamins Kamins] des PSI West geflogen ist. Das Signal erschien besonders deutlich, da der Detektor unmittelbar durch die Abluffahne flog. Die Messwerte rund herum werden aus einer Distanz von rund 90 Metern (Höhe über Boden) gemessen. Dieser Effekt wurde bereits in früheren Jahren beobachtet (vgl. dazu den [Strahlenschutzbericht des Eidgenössischen Nuklearsicherheits-inspektorats 2008](#), S. 78). Zur Kontrolle wurde das Messgebiet ein zweites Mal überflogen [Ergänzungen PSI: Auch diesmal behinderte die Abluffahne die Messung der Radioaktivität am Boden, wobei der Effekt bestätigt wurde]. Für eine ausführlichere Analyse der Daten werden die Photonenspektren nach der Messübung noch detaillierter ausgewertet. Die Ergebnisse werden in den ausführlichen Jahresbericht Aeroradiometrie 2010 aufgenommen.



Cs-137-Karte

Auf der Cs-Karte wurden keine erhöhten Werte festgestellt, die auf ein Vorkommen von radioaktivem Cäsium hinweisen.

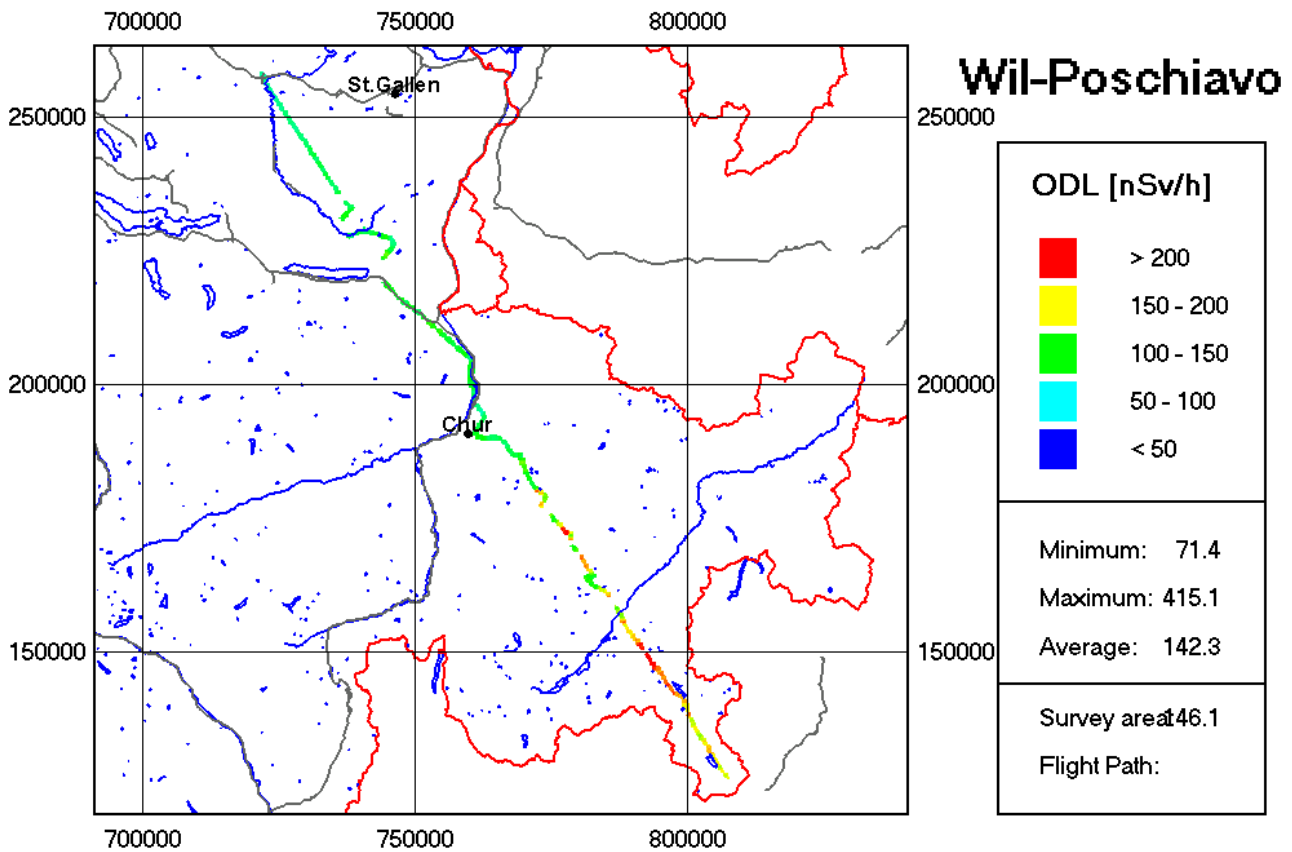


2. Resultate der Transversale Wil-Poschiavo

Datum: 06.07.2010
 Fluglinien: 1 Linie
 Flugzeit: 2 h
 Fluggebiet: Wil (SG) – Poschiavo (GR); ca. 160 km
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Dosisleistungskarte

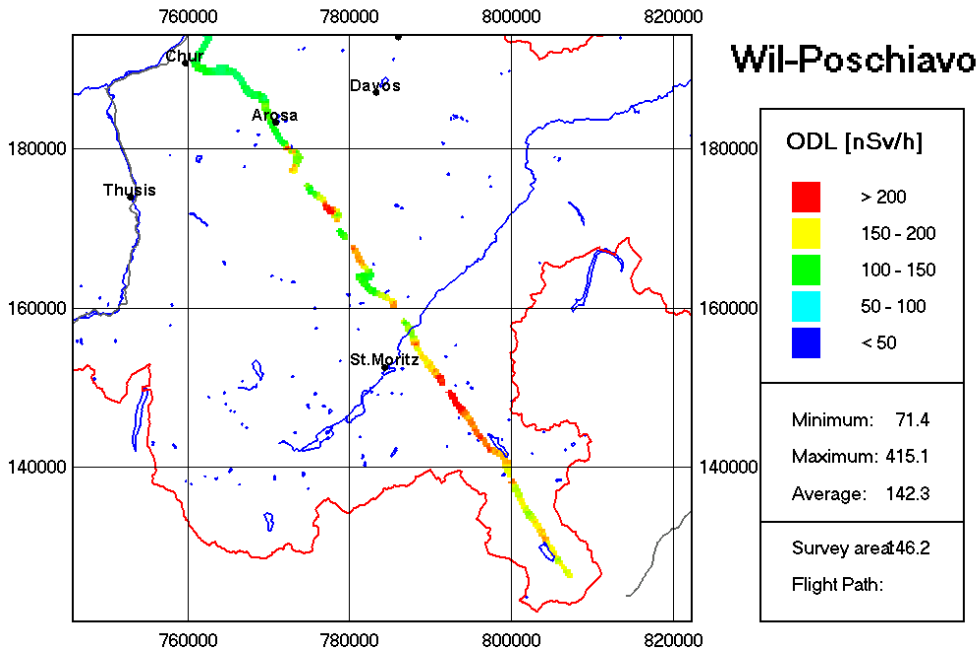
Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt durchwegs normale Werte. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf Einflüsse der Geologie und Topographie der Wasserläufe sowie auf die Vegetation zurückzuführen. Die erhöhten ODL-Werte in Graubünden sind durch natürlich vorkommende Radionuklide erklärbar.



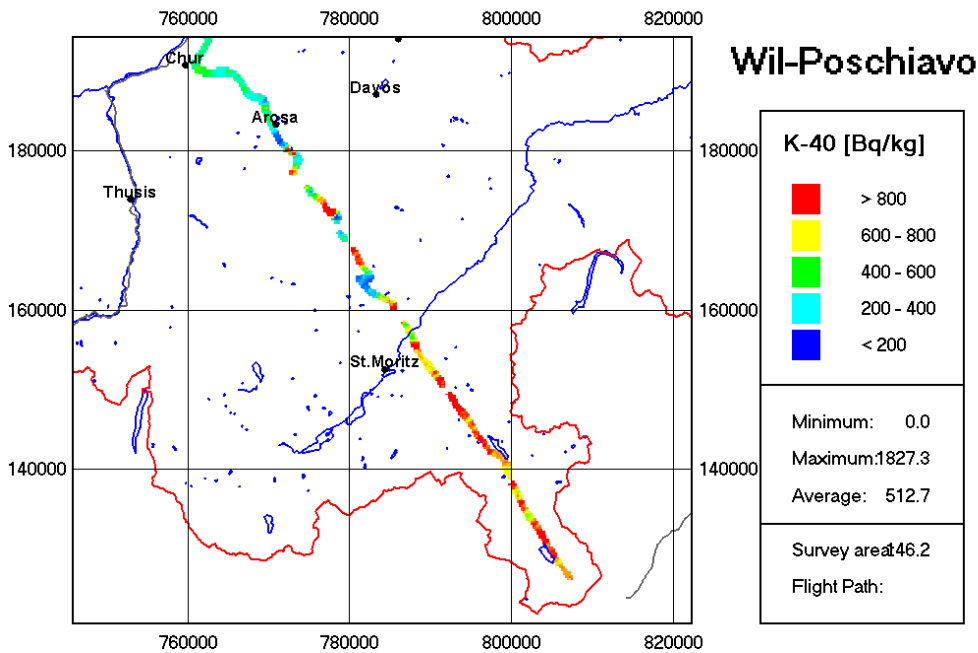
Details GR

Die erhöhten ODL-Werte in Graubünden werden durch natürliche Nuklide verursacht. Die Nuklidkarten zeigen insbesondere erhöhte Konzentrationen von K-40 und U-238.

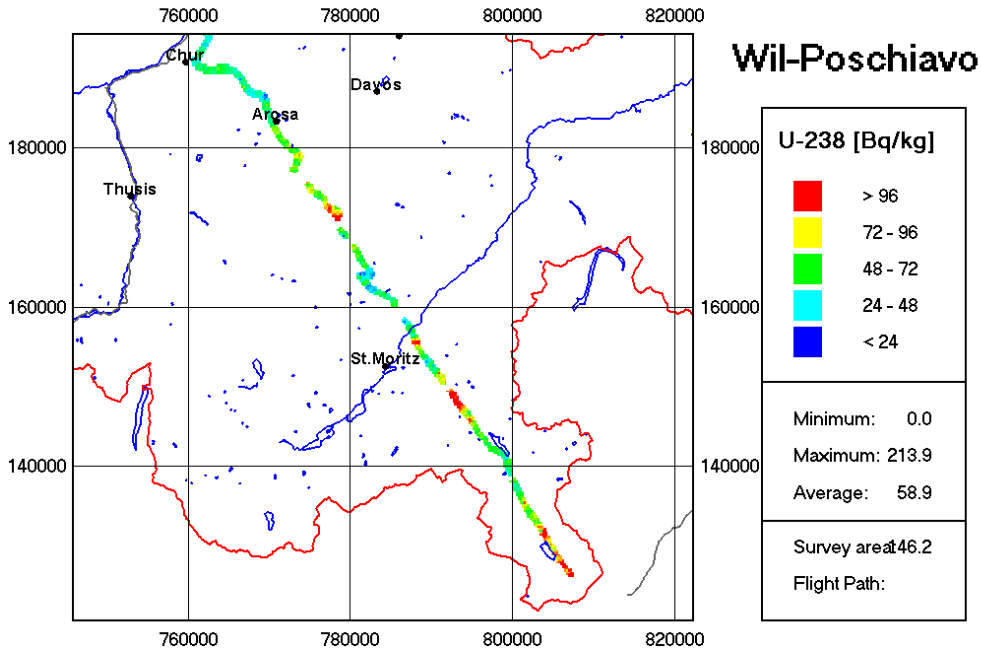
Dosisleistungskarte (GR)



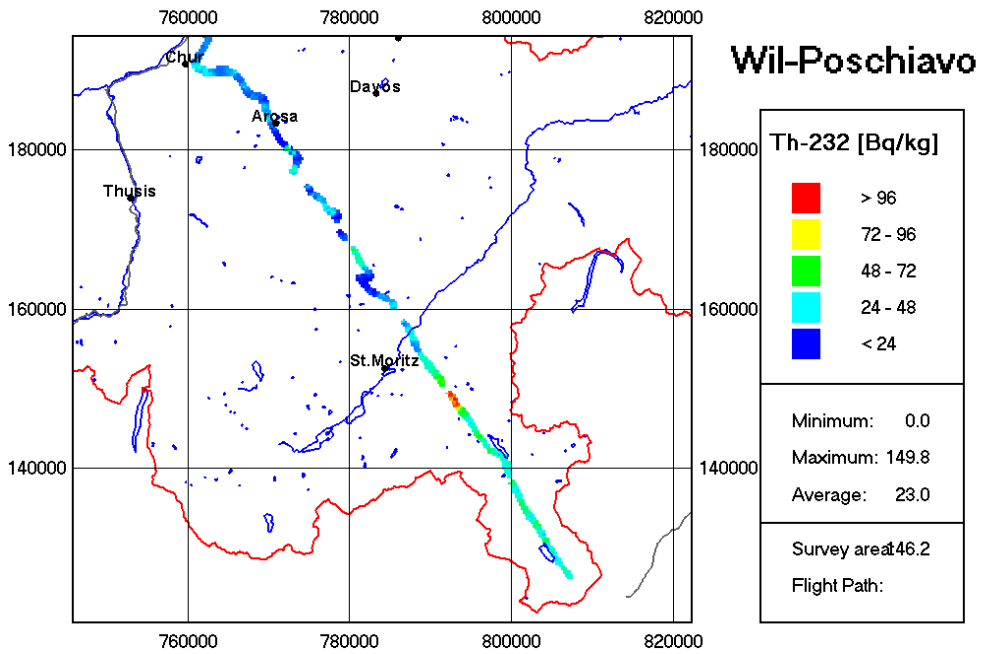
K-40 Karte (GR)



U-238 Karte (GR)

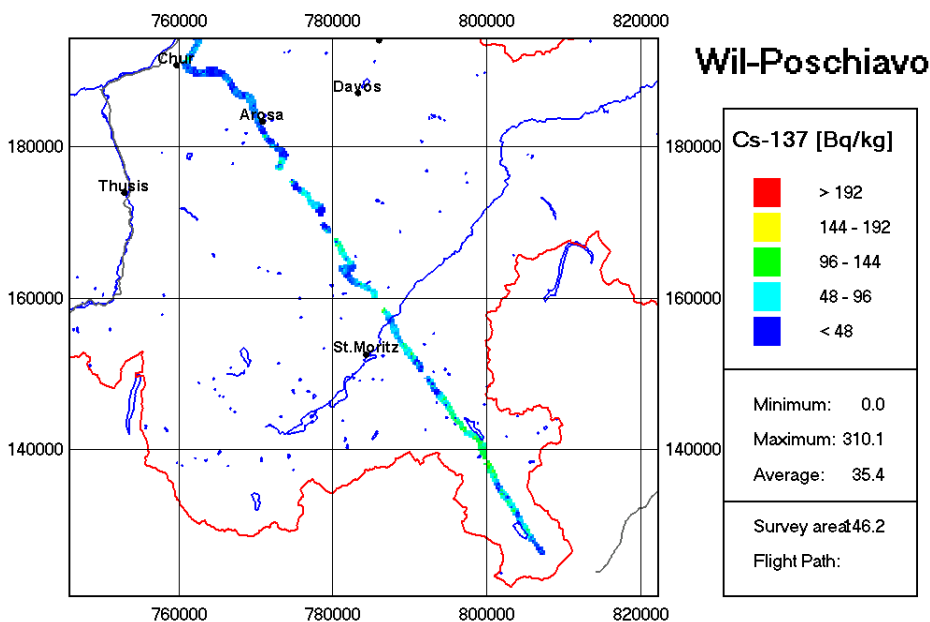
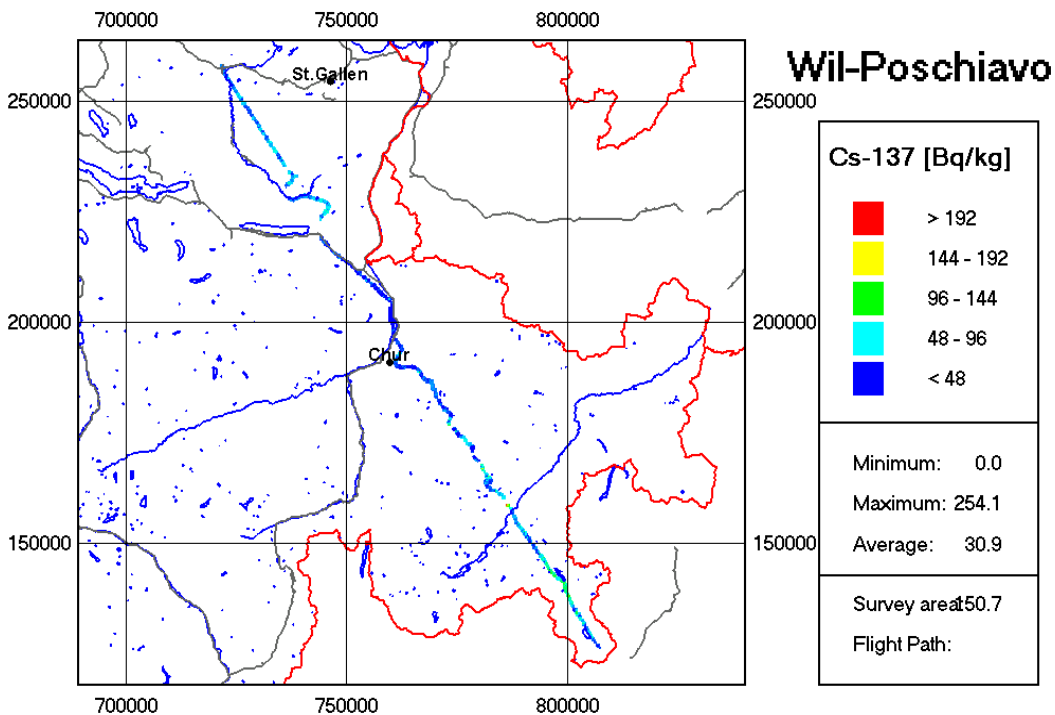


Th-232 Karte (GR)



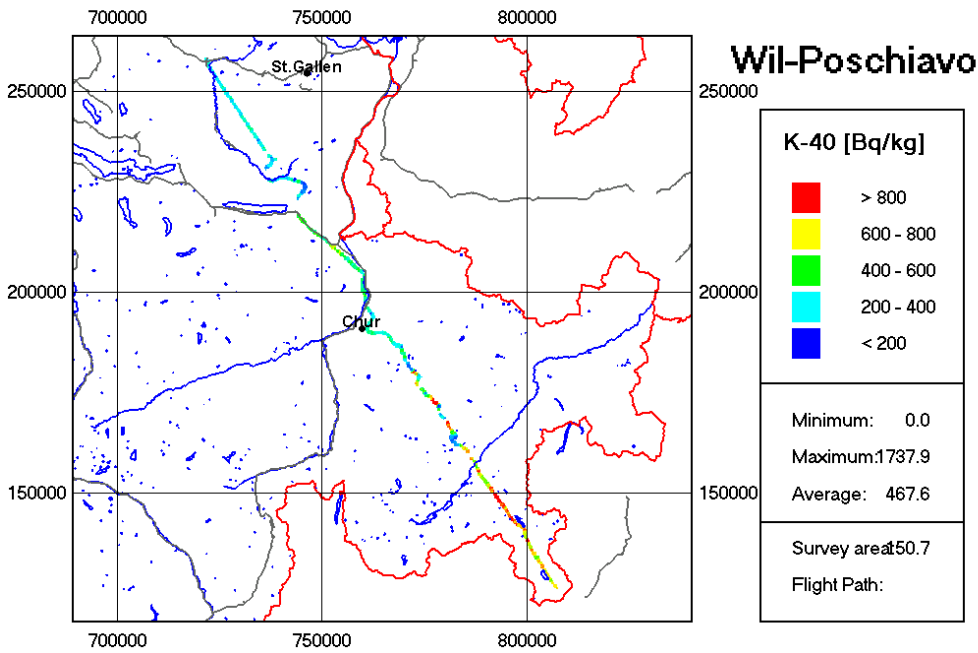
Cs-137 Karte

Die Cs-Karte zeigt keine erhöhten Werte, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen würden. Einzig in Graubünden sind leicht erhöhte Messwerte erkennbar, die vermutlich auf Spuren der Cs-137-Ablagerung nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl zurückzuführen sind (grüne Punkte auf der unteren Karte).



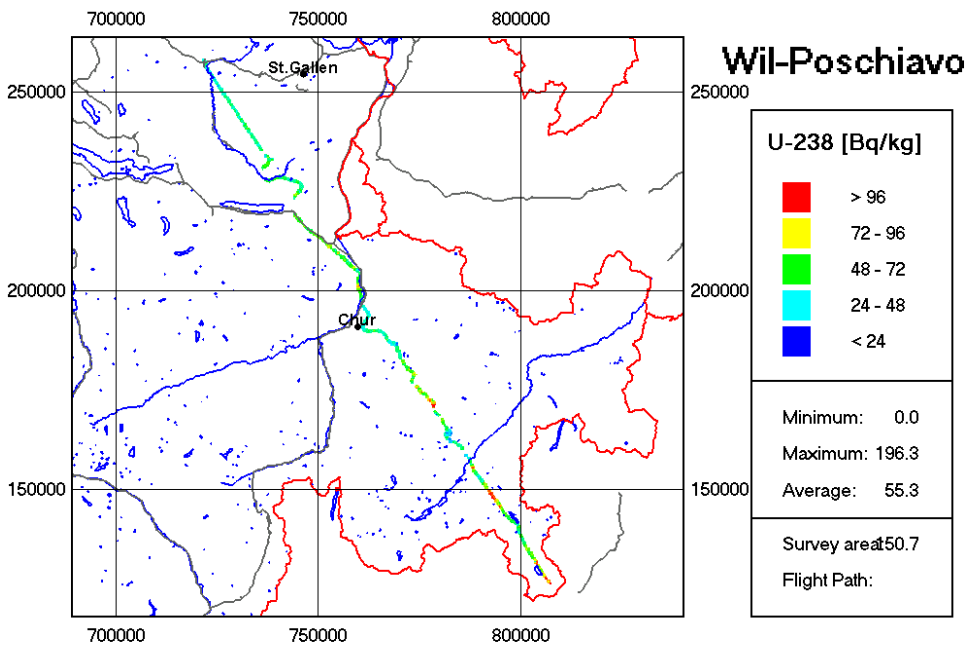
K-40 Karte

Im Kanton Graubünden sind erhöhte K-40 Werte erkennbar. Dabei handelt es sich um ein natürlich vorkommendes Radionuklid, das von der Bodenzusammensetzung und der Vegetation abhängig ist.



U-238 Karte

Im Kanton Graubünden sind erhöhte U-238 Werte erkennbar. Auch hier handelt es sich um Vorkommen natürlicher Radionuklide, wie sie in diesen Höhenlagen zu erwarten sind.



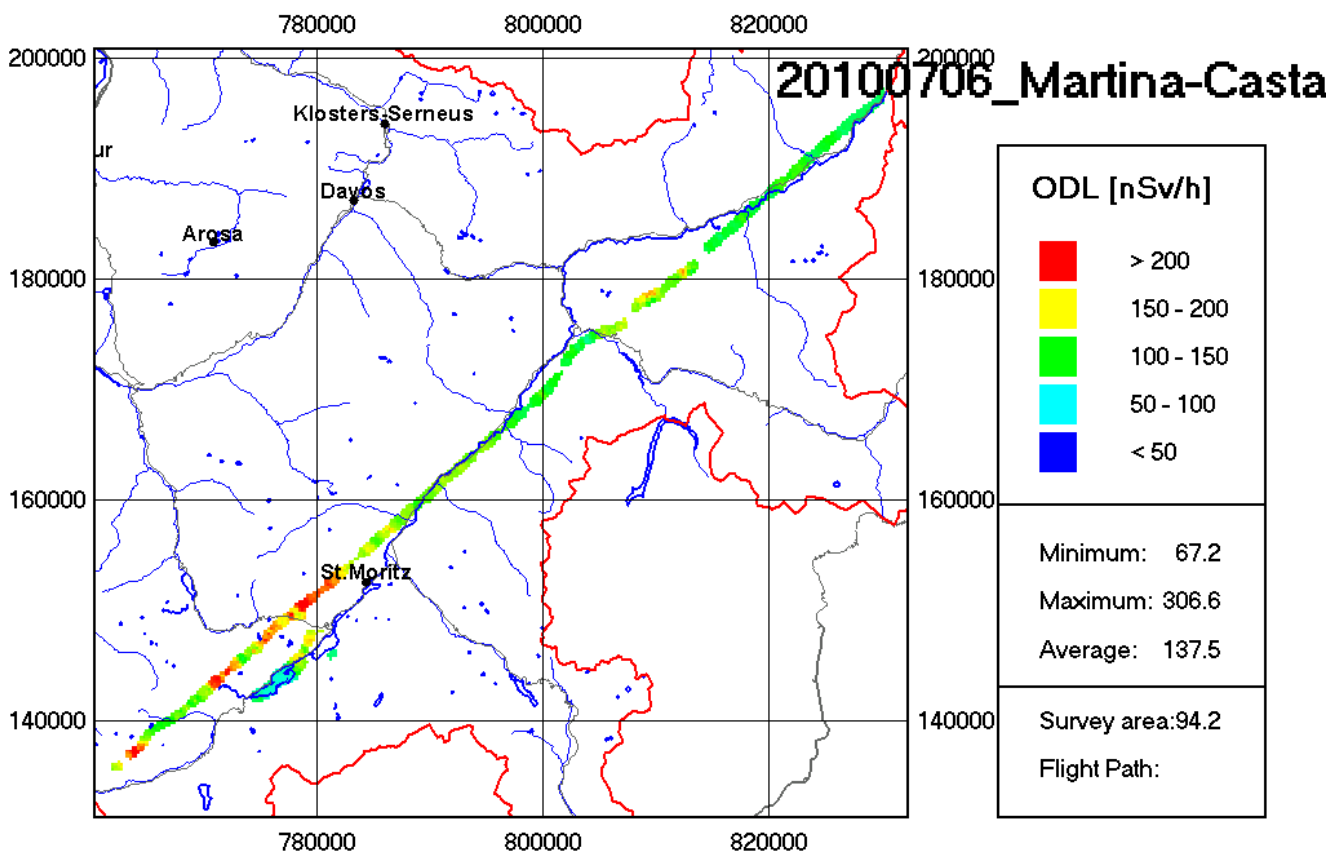
3. Resultate der Transversale Martina-Castasegna

Datum: 06.07.2010
 Fluglinien: 1 Linie
 Flugzeit: 1 h
 Fluggebiet: Castasegna (GR) – Martina (GR); ca. 100 km
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

Die Messlinie wurde im Bereich des Silsersees unterbrochen, um zusätzliche Luftaufnahmen und Messungen über dem See zu machen. Die entsprechenden Werte sind auf allen nachfolgenden Karten ersichtlich.

Dosisleistungskarte

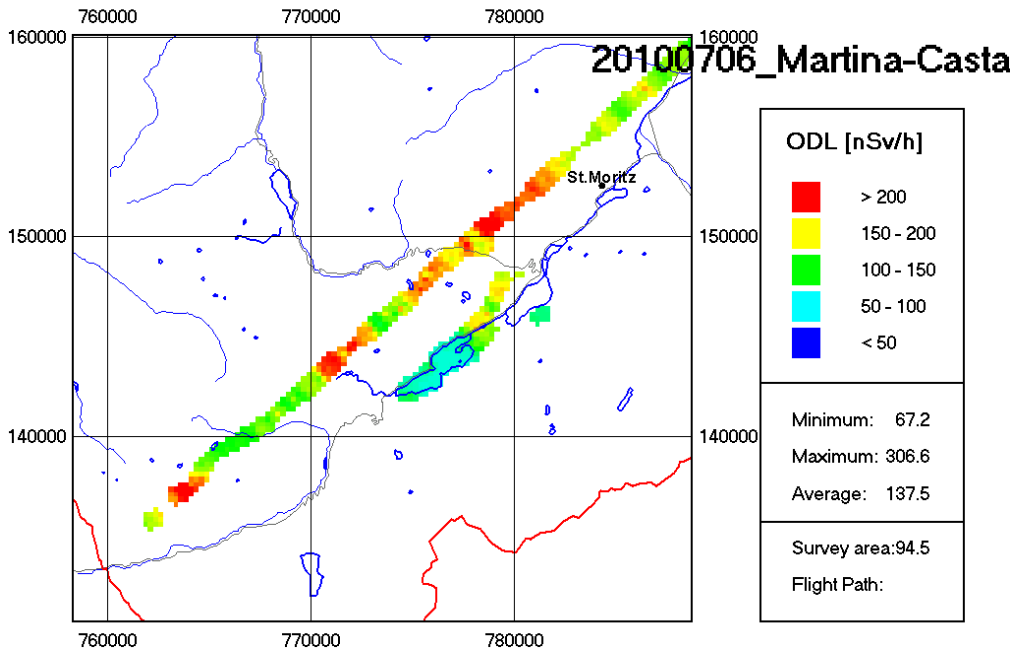
Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt durchwegs normale Werte. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf Einflüsse der Geologie und Topographie der Wasserläufe sowie auf die Vegetation zurückzuführen. Die erhöhten ODL-Werte in den Gebieten St. Moritz, Maloja und Castasegna sind durch natürlich vorkommende Radionuklide, insbesondere K-40 und U-238 erklärbar.



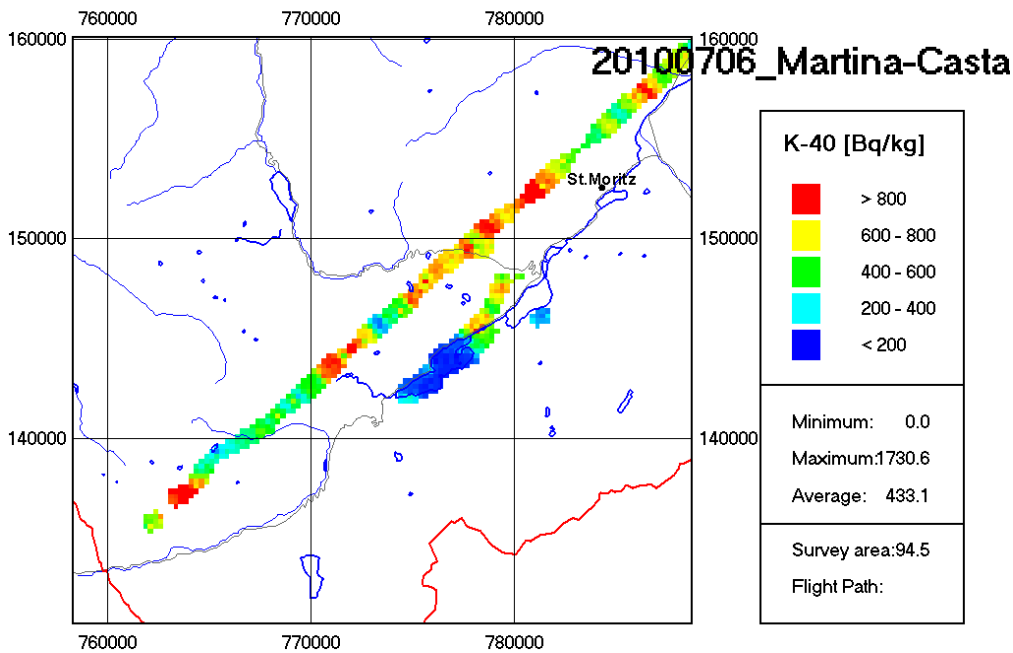
Details Castasegna – St. Moritz

Die erhöhten ODL-Werte in den Gebieten St. Moritz, Maloja und Castasegna werden durch natürliche Nuklide verursacht. Die Nuklidkarten zeigen insbesondere erhöhte Aktivitäten von K-40 und U-238.

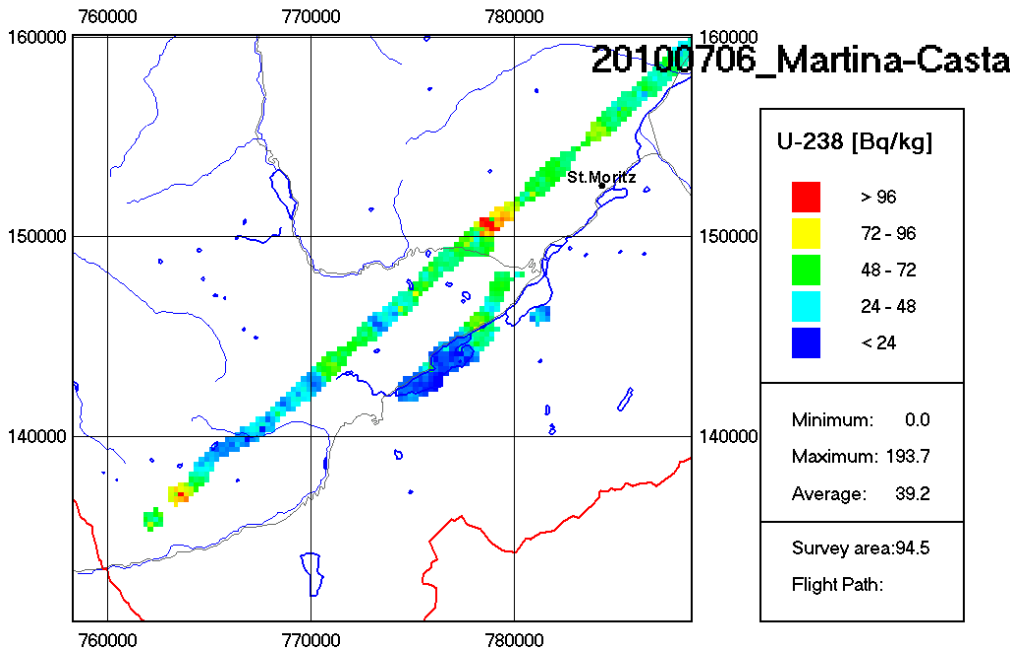
Dosisleistungskarte (Castasegna – St. Moritz)



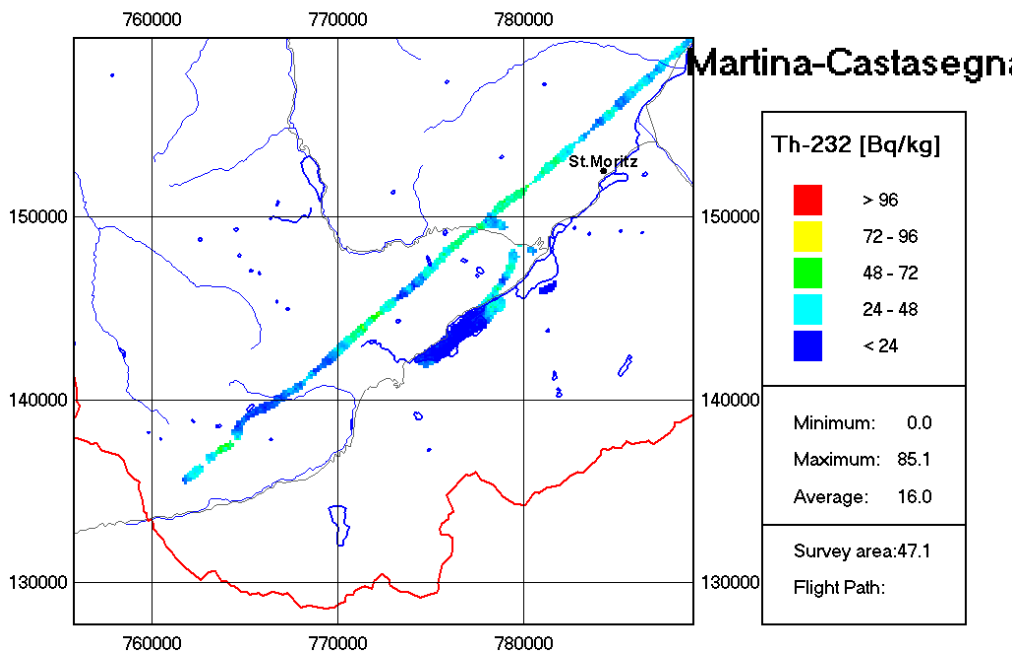
K-40 Karte (Castasegna – St. Moritz)



U-238 Karte (Castasegna – St. Moritz)

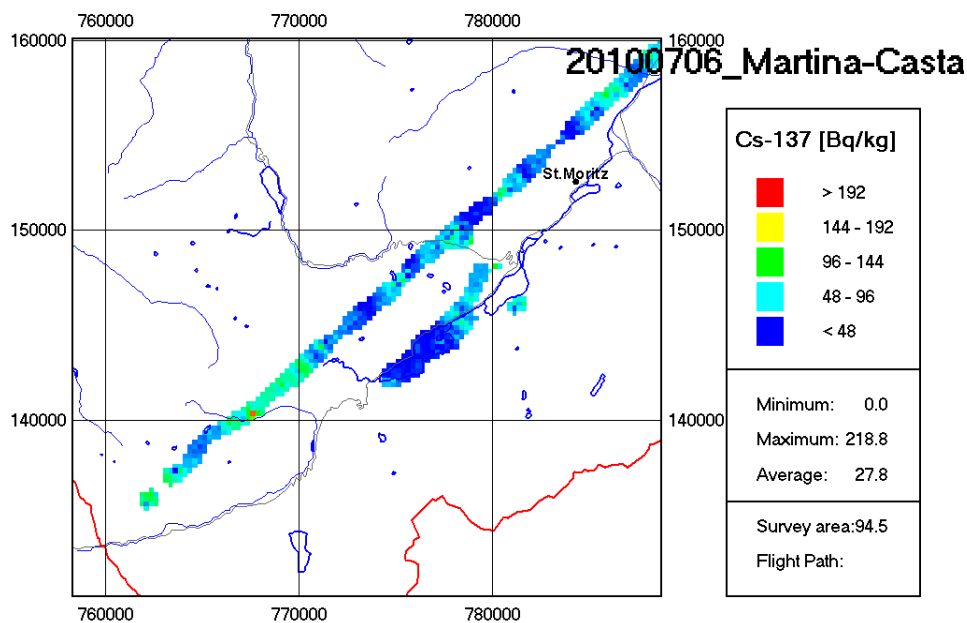
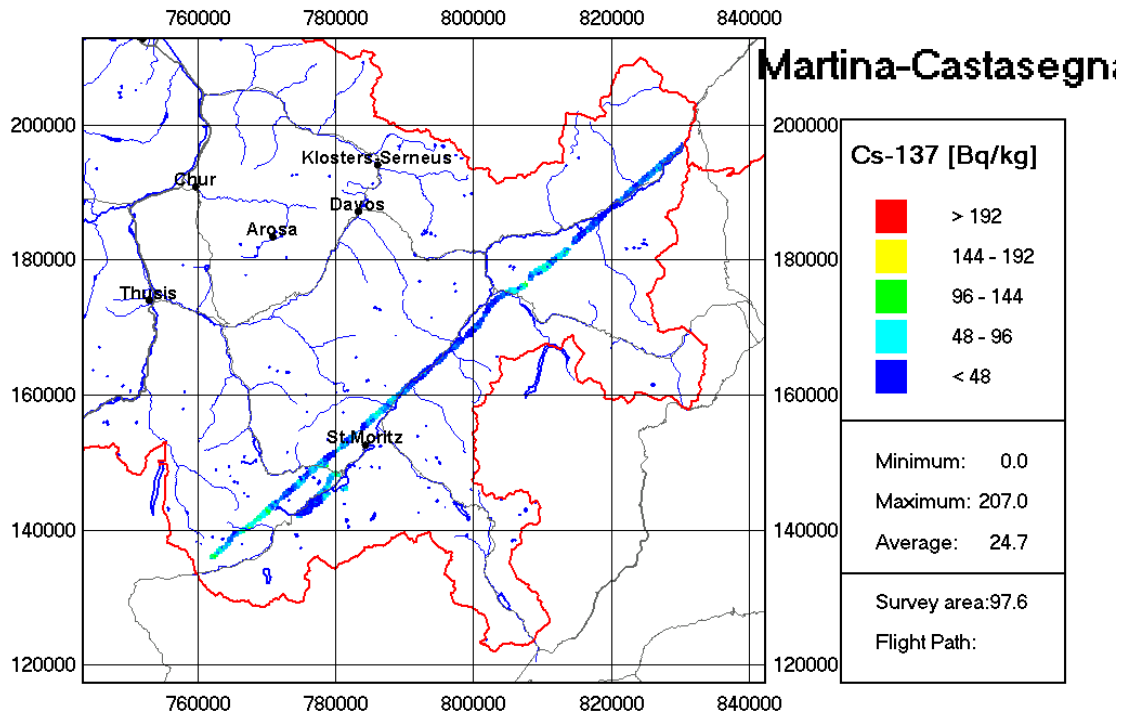


Th-232 Karte (Castasegna – St. Moritz)



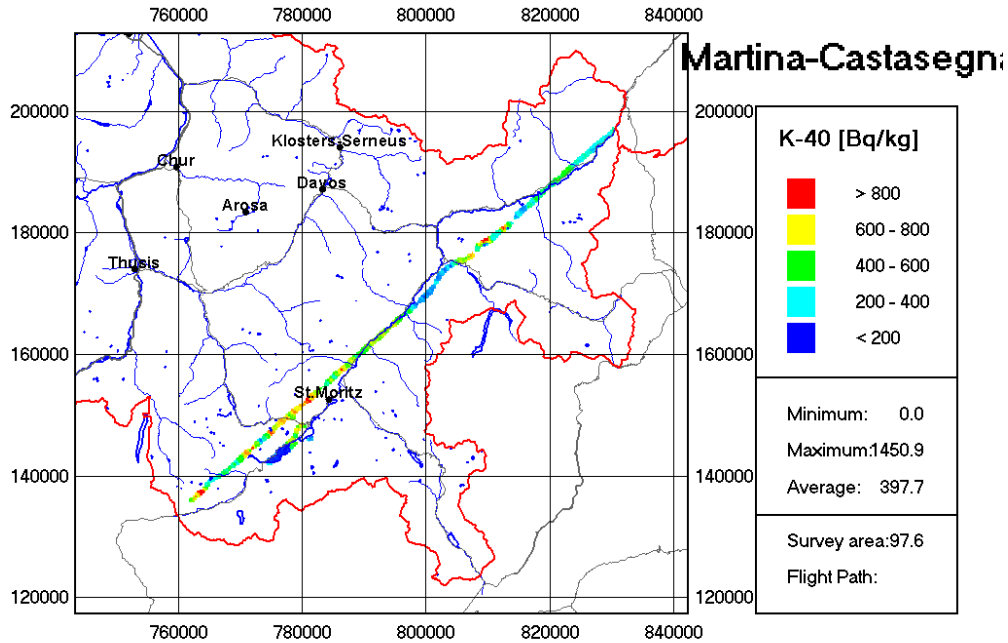
Cs-137 Karte

Analog zur ODL-Karte zeigt auch die Cs-Karte keine erhöhten Werte, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen würden. Die leicht erhöhten Messwerte sind vermutlich auf Spuren der Cs-137-Ablagerung nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl zurückzuführen (grüne Punkte auf der unteren Karte).



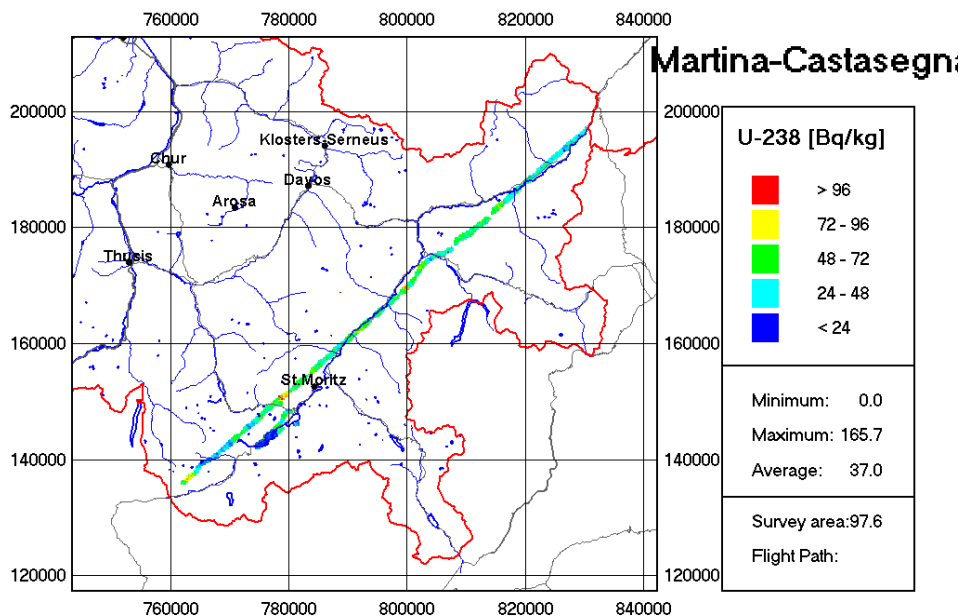
K-40 Karte

In den Gebieten St. Moritz, Maloja und Castasegna sind erhöhte K-40 Werte erkennbar. Dies ist ein natürlich vorkommendes Radionuklid, das von der Bodenzusammensetzung und der Vegetation abhängig ist.



U-238 Karte

Es sind leicht erhöhte Werte erkennbar. U-238 ist ein natürlich vorkommendes Radionuklid. Solche Vorkommen sind in entsprechenden Höhenlagen zu erwarten.

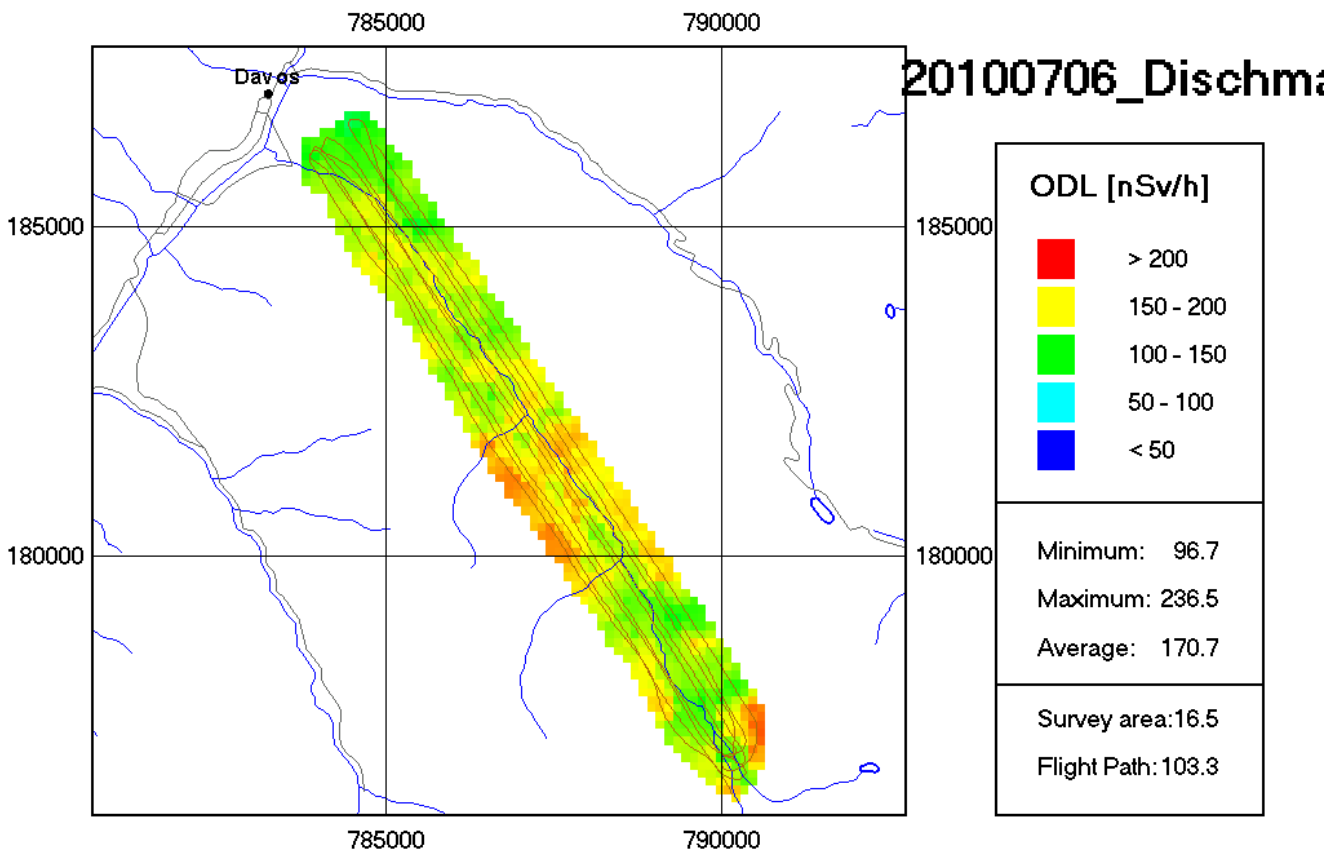


4. Resultate des Messfluges im Dischma-Tal

Datum: 06.07.2010
 Fluglinien: Abstand 125 m, 9 Linien
 Flugzeit: 35 min
 Fluggebiet: Dischma Tal (GR); ca. 12.5 km²
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

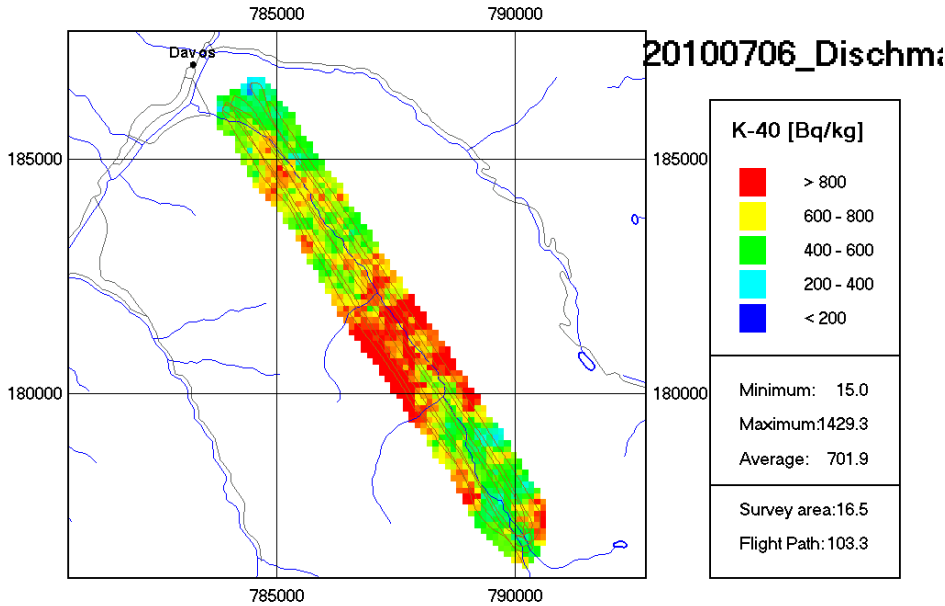
Dosisleistungskarte

In Vergleich zu den Messungen im Mittelland zeigt die Karte der Ortsdosisleistung etwas höhere Werte, die auf natürliche Nuklide zurückzuführen sind (insbesondere K-40). Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf Einflüsse der Geologie sowie auf die Vegetation zurückzuführen.



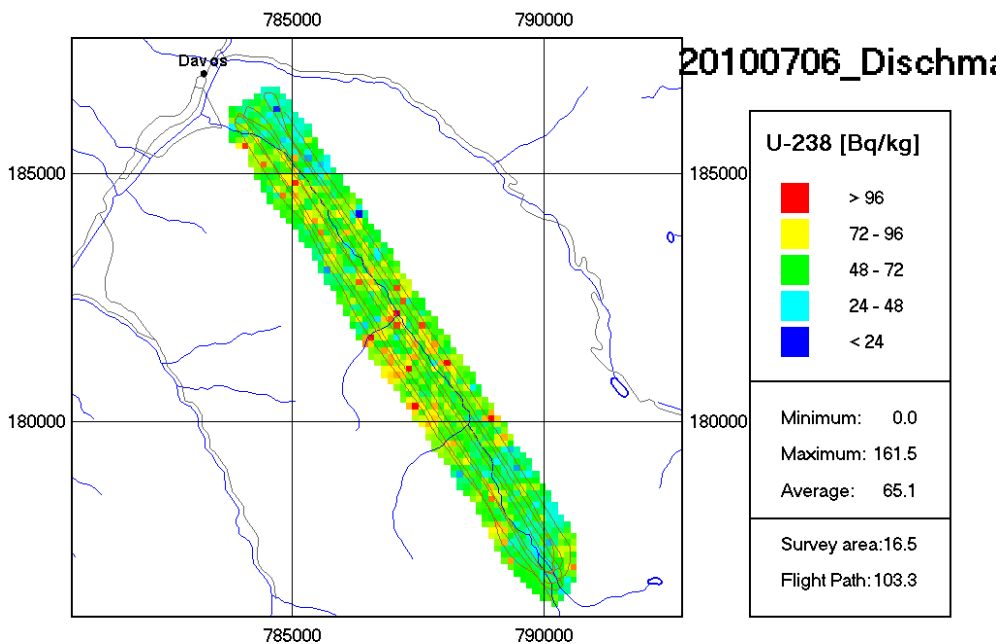
K-40 Karte

Die erhöhten K-40 Werte sind auf die Bodenzusammensetzung, Bodenschichthöhe und Vegetation zurückzuführen. Die Gebiete mit den höchsten Messwerten (rot eingefärbt) entsprechen genau den Gebieten mit höheren Werten auf der ODL-Karte.



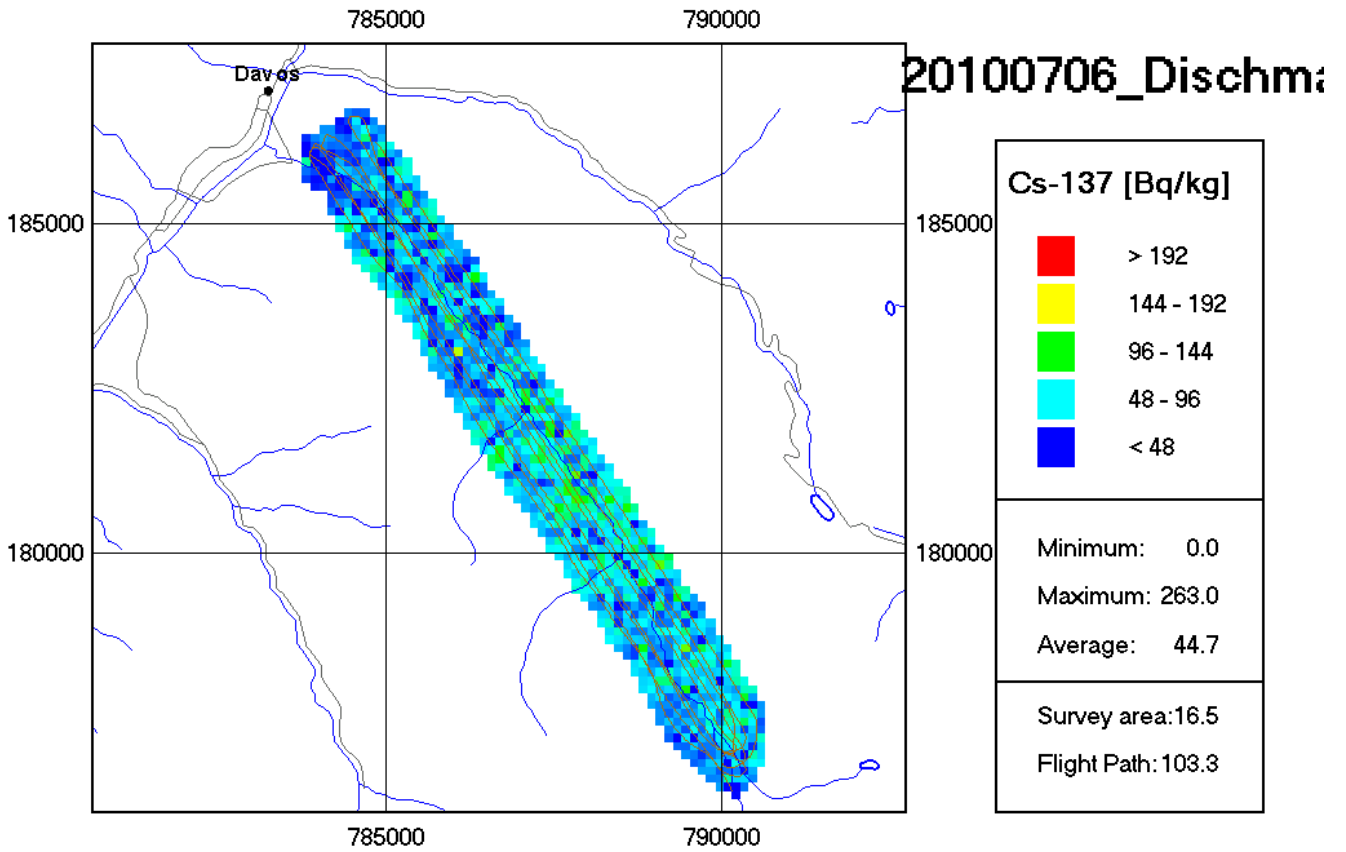
U-238 Karte

U-238 ist ein natürlich vorkommendes Radionuklid, das in diesen Höhenlagen zu erwarten ist. In diesem Gebiet zeigt die U-238-Karte jedoch nur vereinzelte erhöhte Werte.



Cs-137 Karte

Die Cs-Karte zeigt leichte Erhöhungen, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen. Die vereinzelt grünen Punkte sind vermutlich auf Spuren der Cs-137-Ablagerung nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl zurückzuführen.

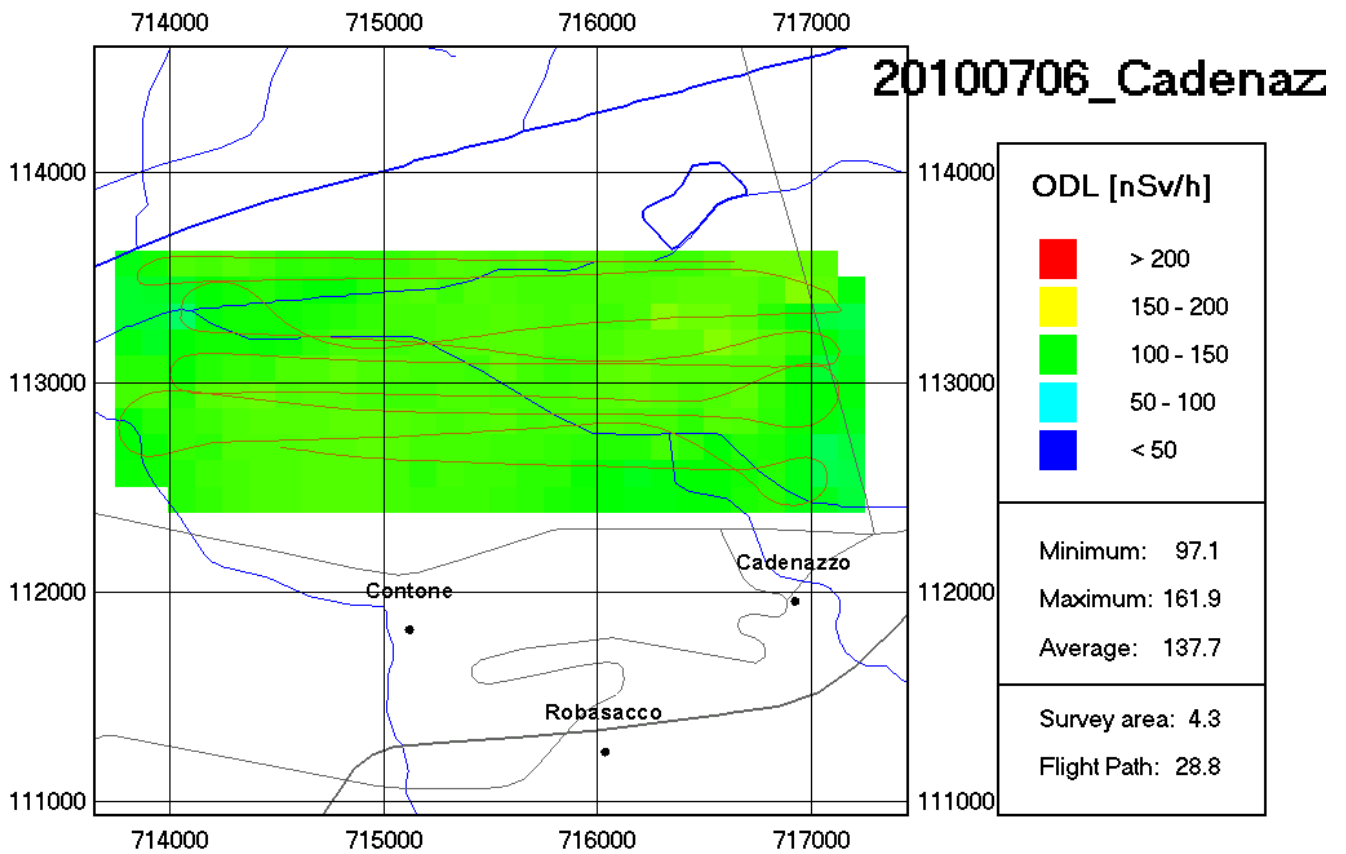


5. Resultate des Messfluges im Gebiet Cadenazzo

Datum: 06.07.2010
 Fluglinien: Abstand 125 m, 9 Linien
 Flugzeit: 15 min
 Fluggebiet: Forschungszentrum ACW Cadenazzo (TI); ca. 2km²
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

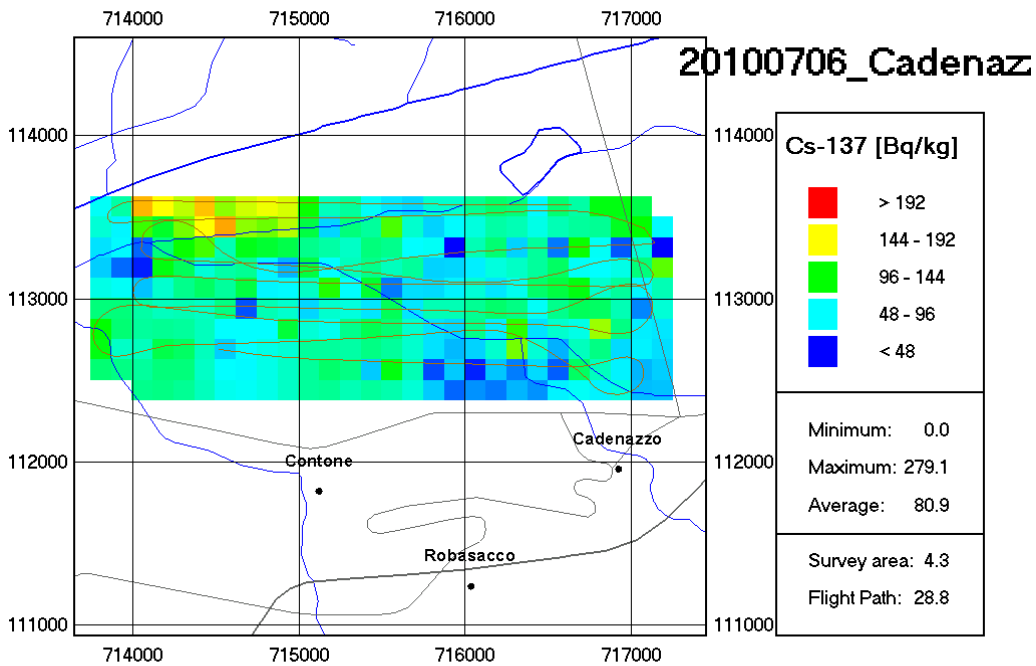
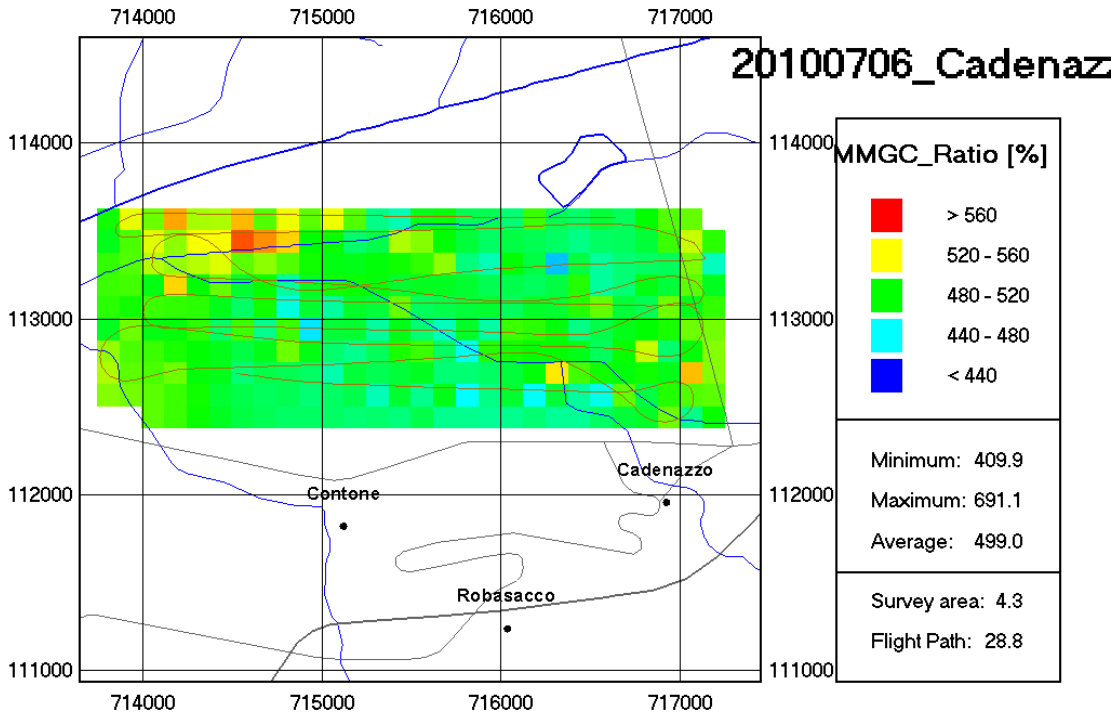
Dosisleistungskarte

Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt normale Werte.



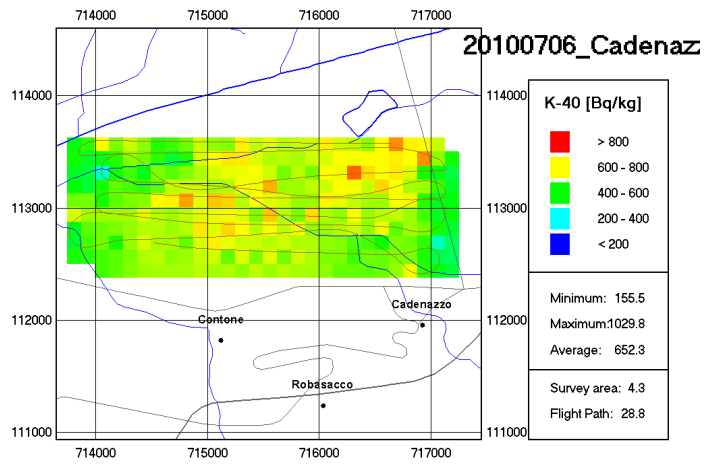
MMGC-Ratio Karte

Auf der nach der ManMadeGrossCount-Ratio ausgewerteten Karte sind einzelne Punkte mit erhöhten Werten zu erkennen. Wie die zweite Karte zeigt, sind sie auf Ablagerungen von Cs-137 nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl zurückzuführen.

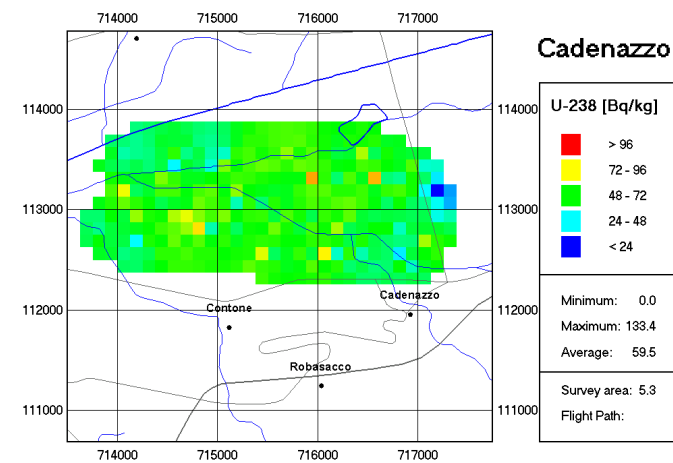


Karten der natürlichen Radionuklide

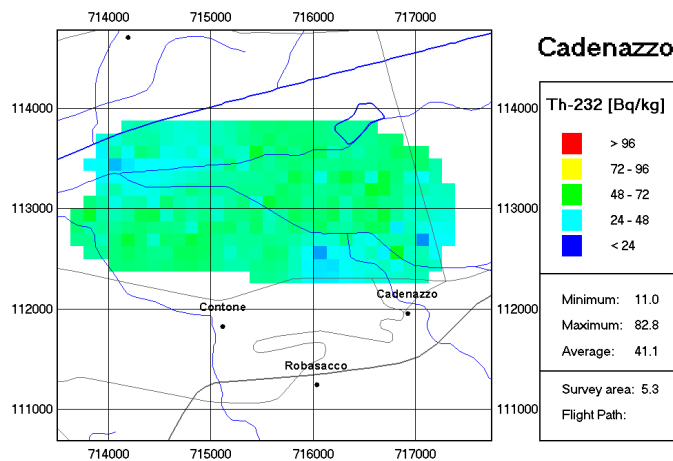
K-40 Karte



Th-232 Karte



U-238 Karte

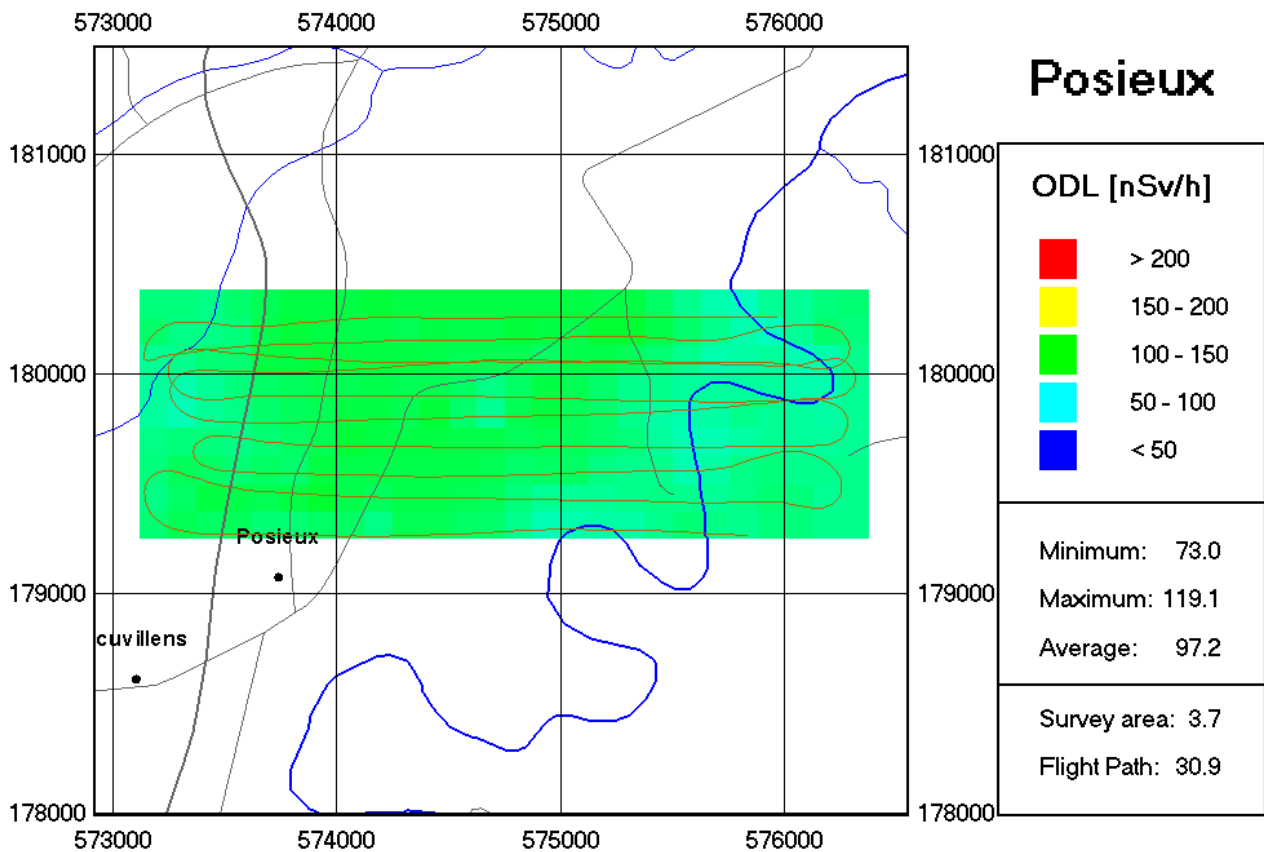


6. Resultate des Messfluges im Gebiet Hauterive (Posieux)

Datum: 07.07.2010
 Fluglinien: Abstand 125 m, 17 Linien
 Flugzeit: 15 min
 Fluggebiet: Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux (FR);
 ca. 2 km²
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

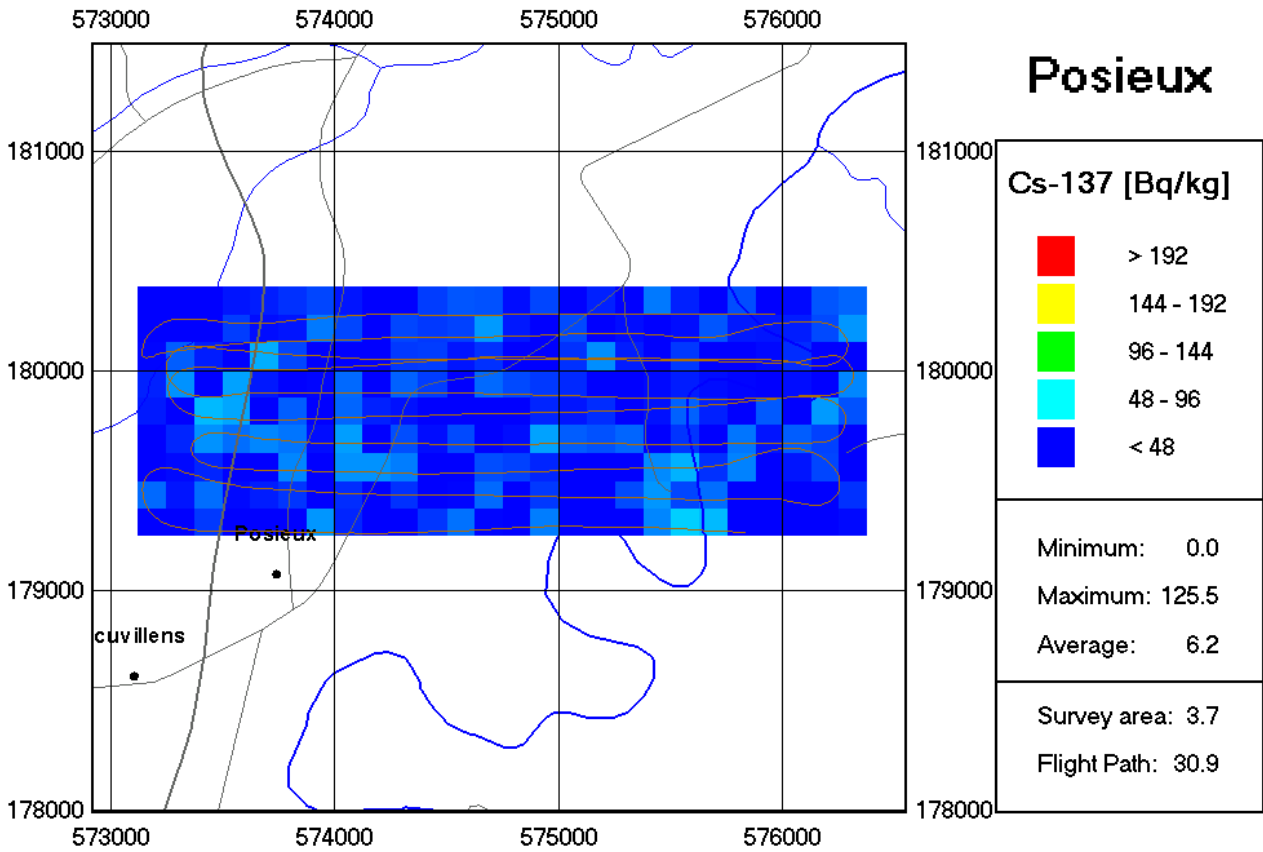
Dosisleistungskarte

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



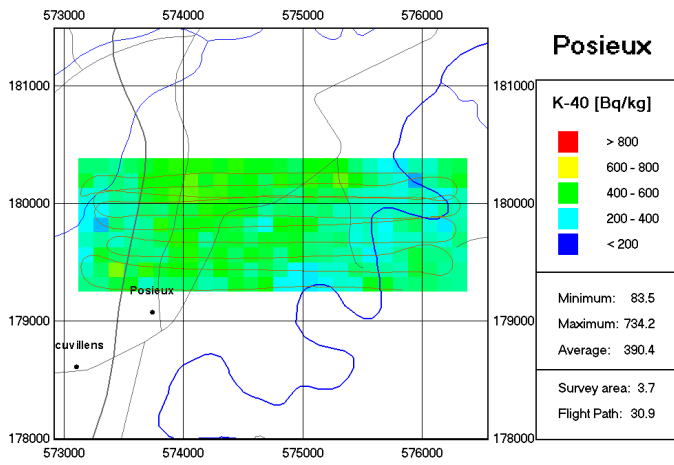
Cs-137 Karte

Die Cs-Karte zeigt analog zur ODL-Karte keine erhöhten Werte, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen.

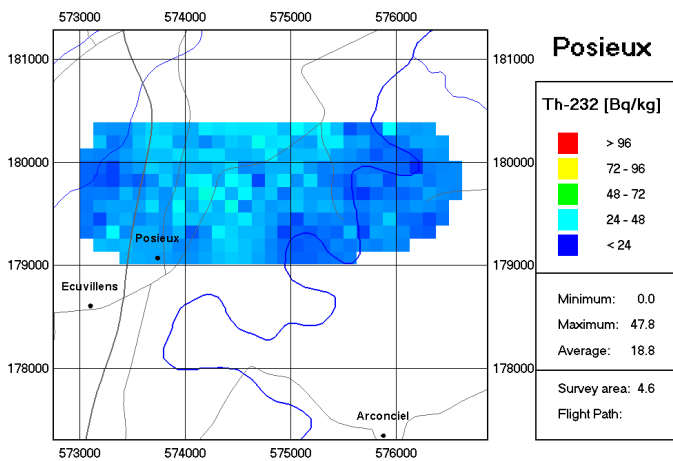


Karten der natürlichen Radionukliden

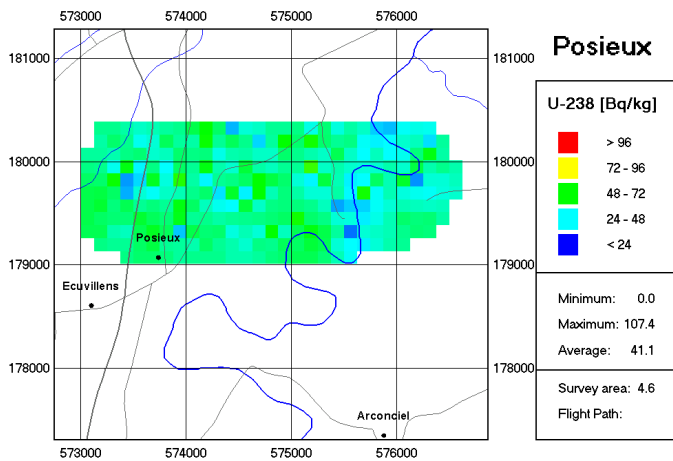
K-40 Karte



Th-232 Karte



U-238 Karte

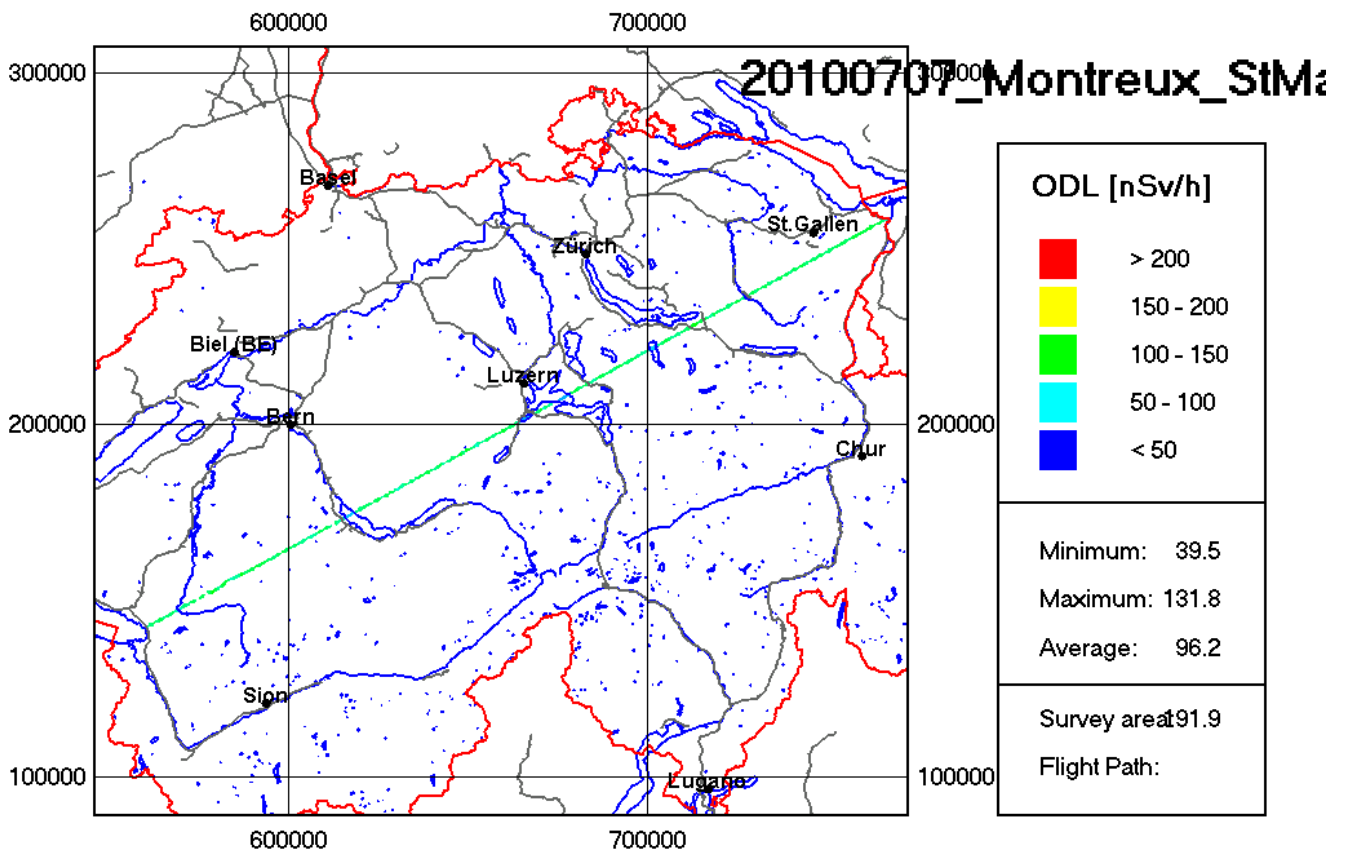


7. Resultate der Transversale Montreux-St. Margrethen

Datum: 07.07.2010
 Fluglinien: 1 Linie
 Flugzeit: 2 h 15 min
 Fluggebiet: Montreux (VD) – St. Margrethen (SG); ca. 300 km
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

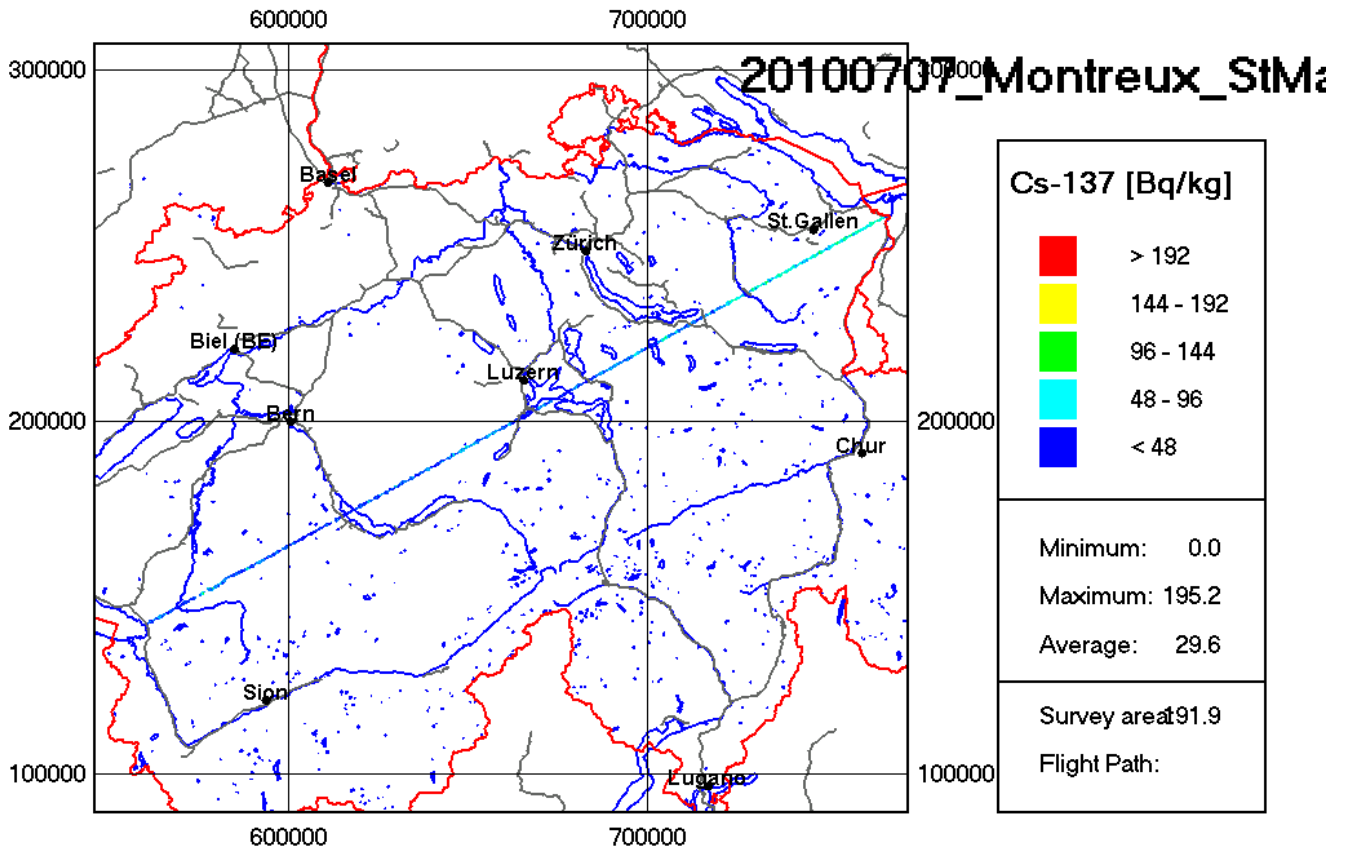
Dosisleistungskarte

Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt normale Werte. Auch die Nuklidkarten zeigen keine auffälligen Messdaten.



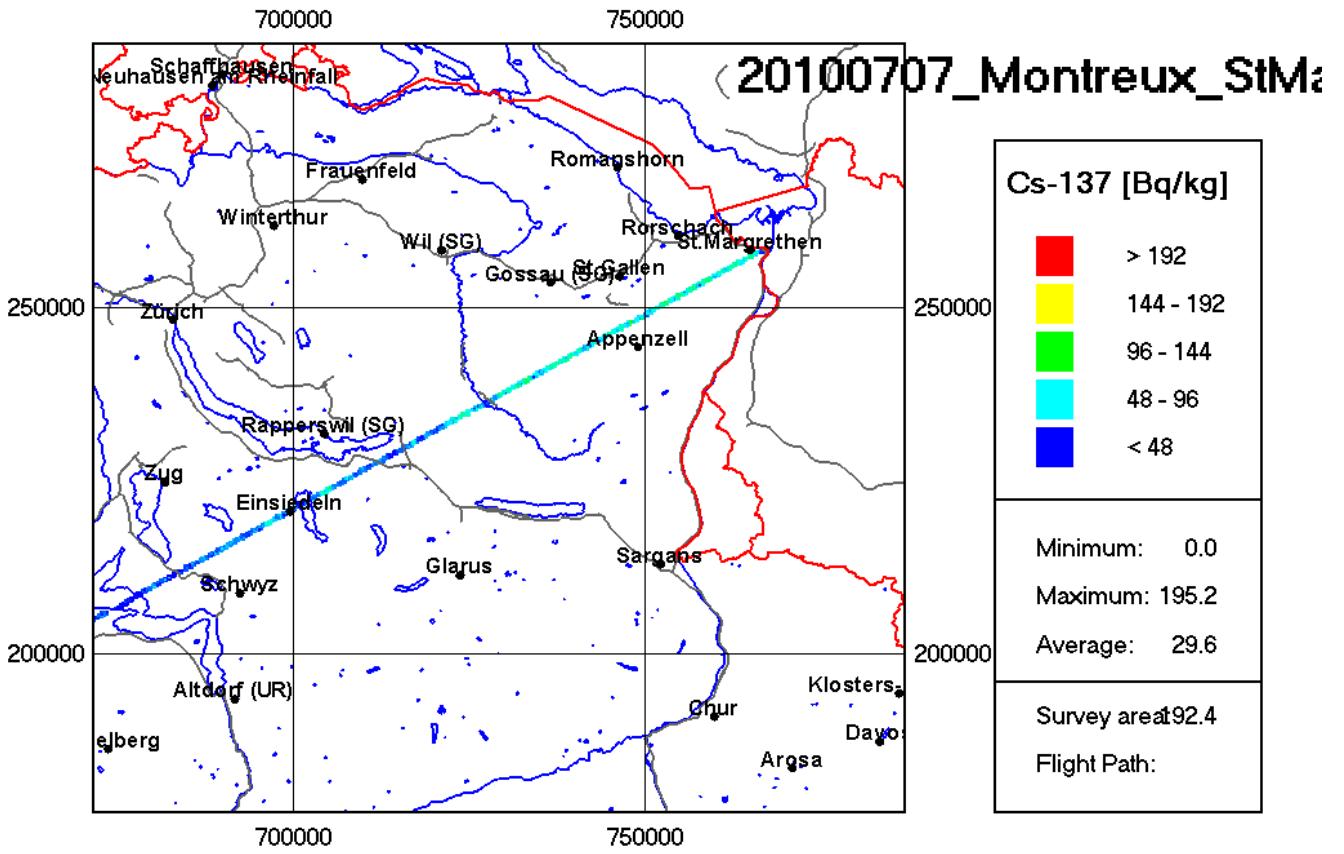
Cs-137 Karte

Die Cs-Karte zeigt analog zur ODL-Karte keine erhöhten Werte, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen.



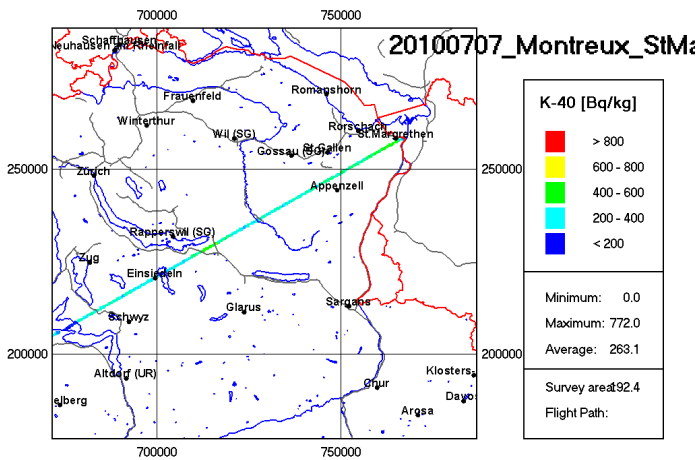
Details Einsiedeln – St. Margrethen

Cs-137 Karte (Einsiedeln – St. Margrethen)

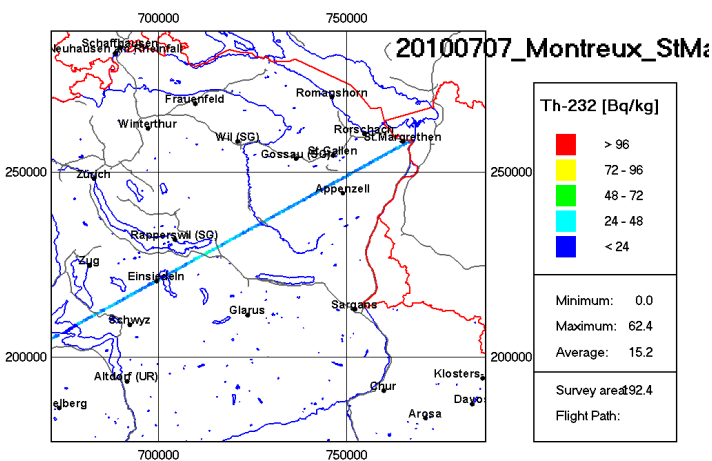


Karten der natürlichen Radionuklide (Einsiedeln – St. Gallen)

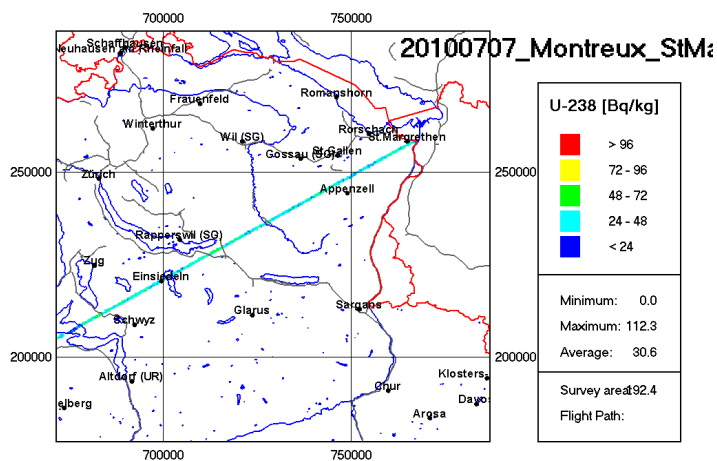
K-40 Karte (Einsiedeln – St. Margrethen)



Th-232 Karte (Einsiedeln – St. Margrethen)



U-238 Karte (Einsiedeln – St. Margrethen)

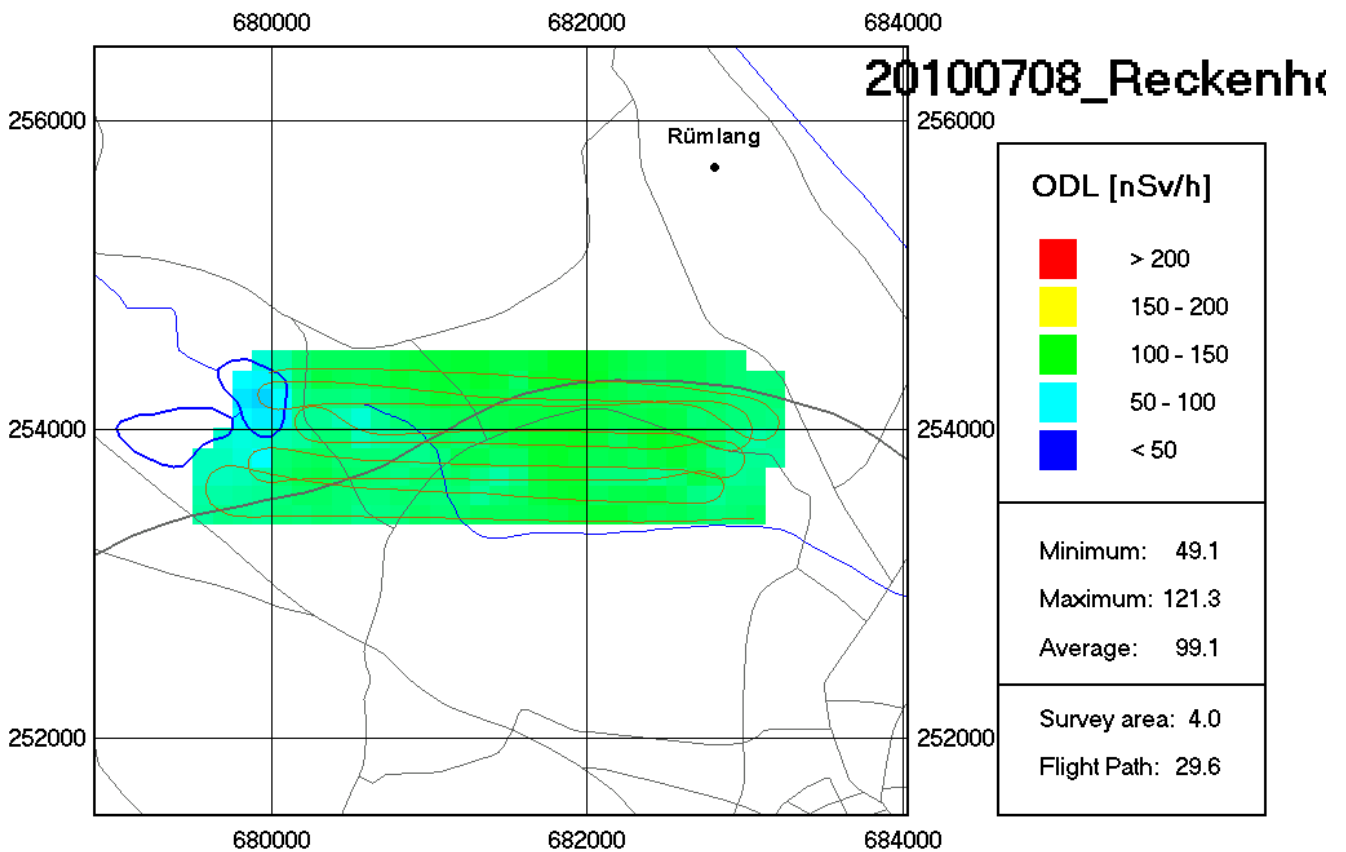


8. Resultate des Messfluges im Gebiet Zürich (Reckenholz)

Datum: 08.07.2010
 Fluglinien: Abstand 125 m, 9 Linien
 Flugzeit: 15 min
 Fluggebiet: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ZH);
 ca. 2 km²
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

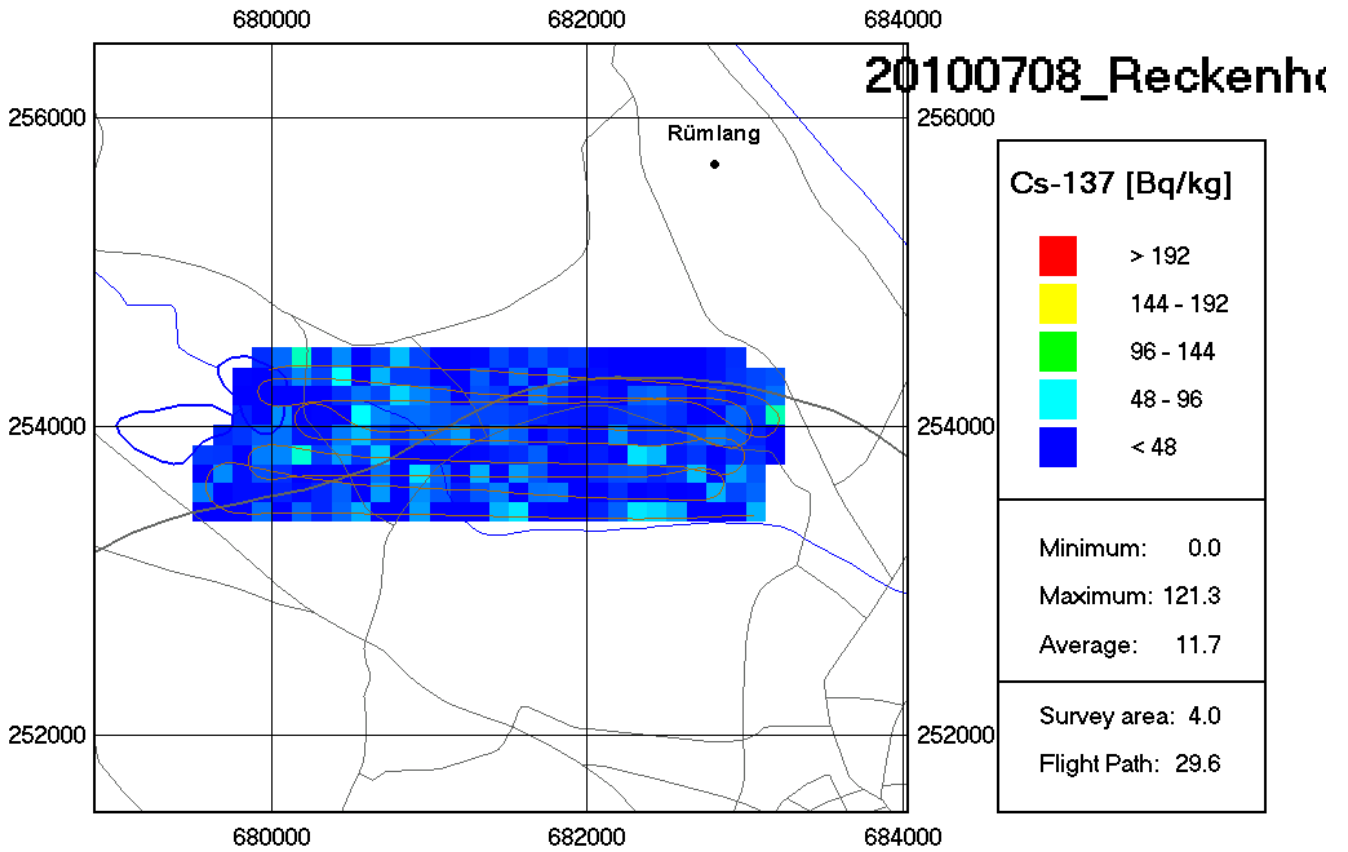
Dosisleistungskarte

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



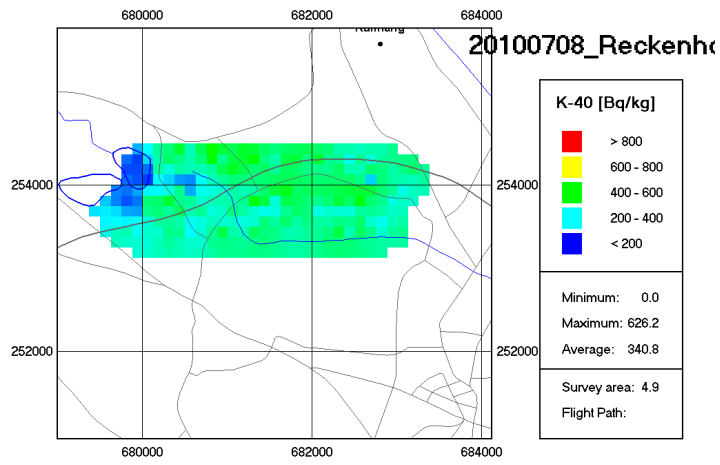
Cs-137 Karte

Die Cs-Karte zeigt analog zur ODL-Karte keine erhöhten Werte, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen.

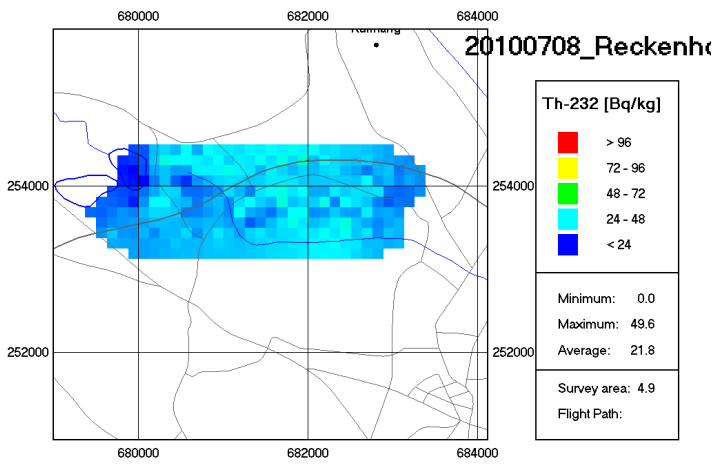


Karten der natürlichen Radionuklide

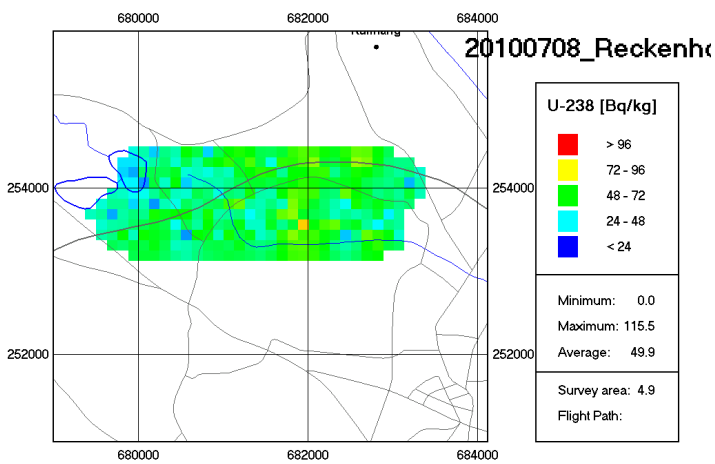
K-40 Karte



Th-232 Karte



U-238 Karte

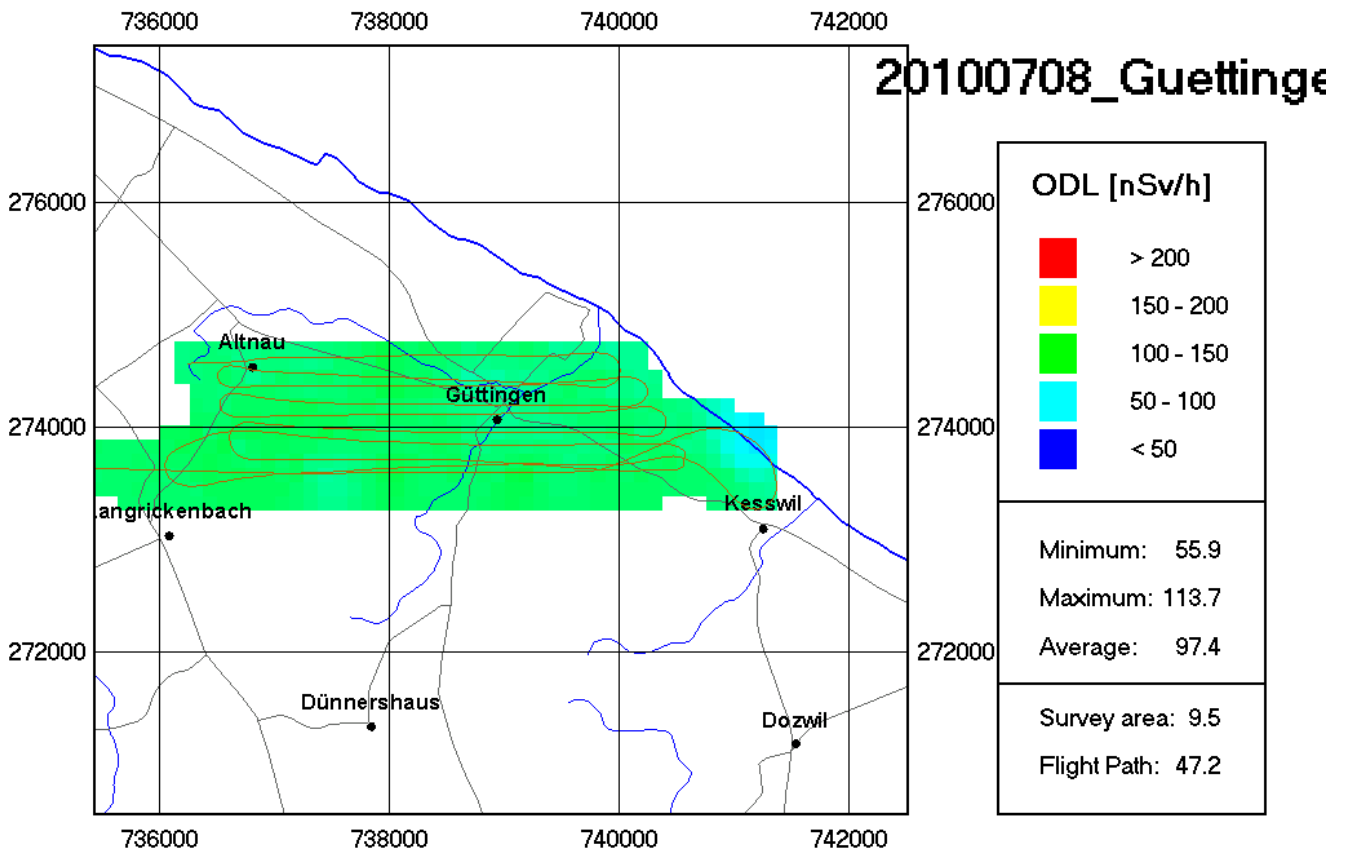


9. Resultate des Messfluges im Gebiet Göttingen

Datum: 08.07.2010
 Fluglinien: Abstand 125 m, 9 Linien
 Flugzeit: 15 min
 Fluggebiet: Obstbau-Versuchsbetrieb ACW Göttingen (TG); ca. 2 km²
 Flughöhe über Grund: ca. 90 m

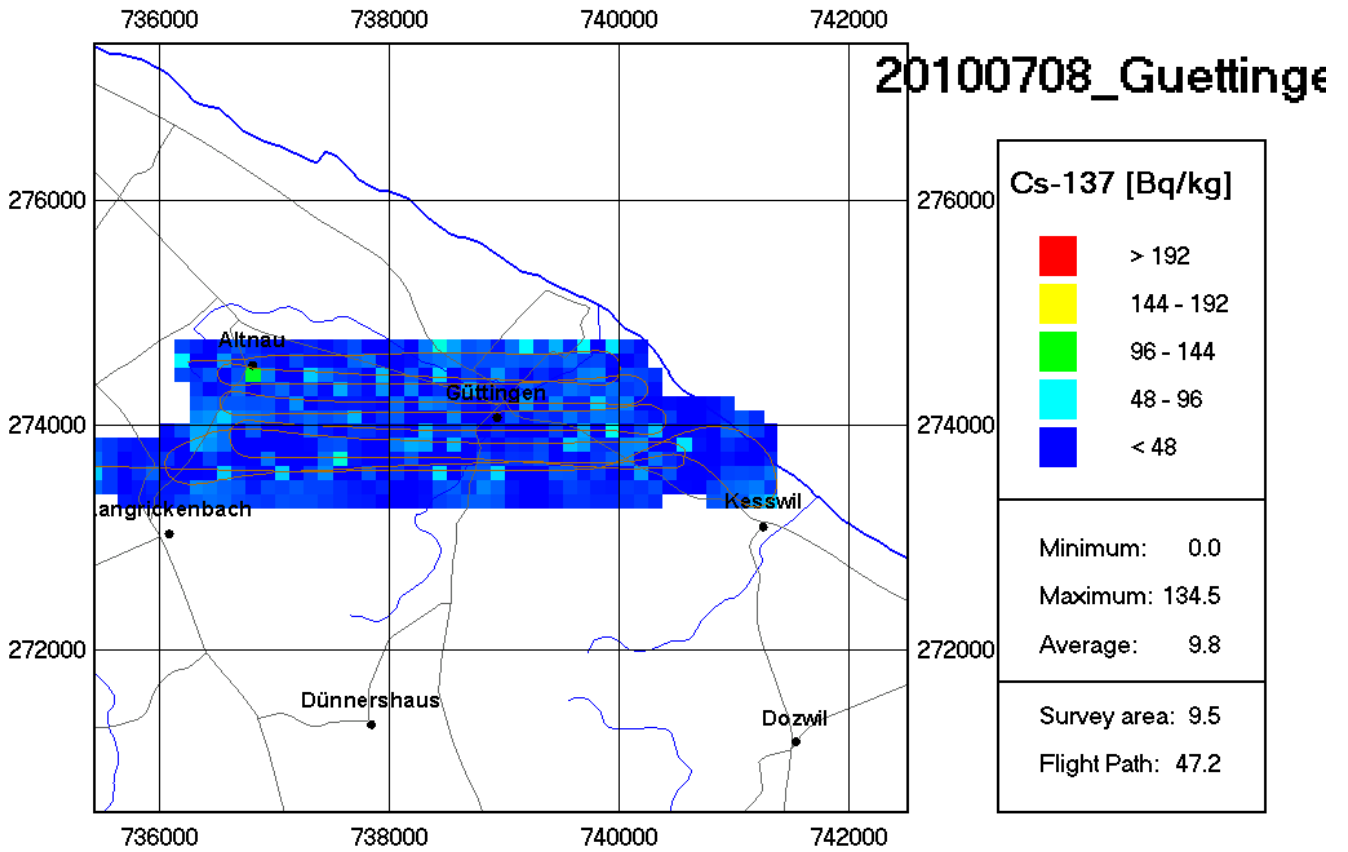
Dosisleistungskarte

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



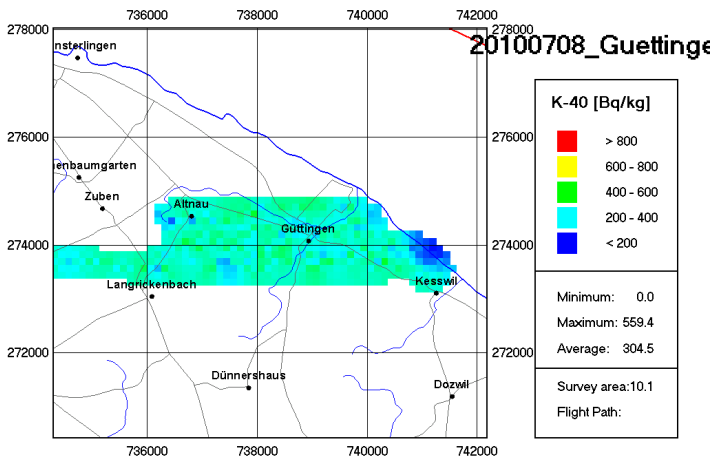
Cs-137 Karte

Die Cs-Karte zeigt analog zur ODL-Karte keine erhöhten Werte, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen.

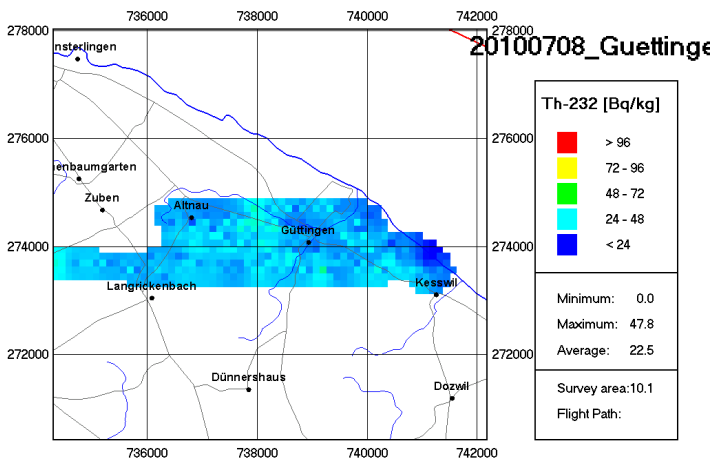


Karten der natürlichen Radionuklide

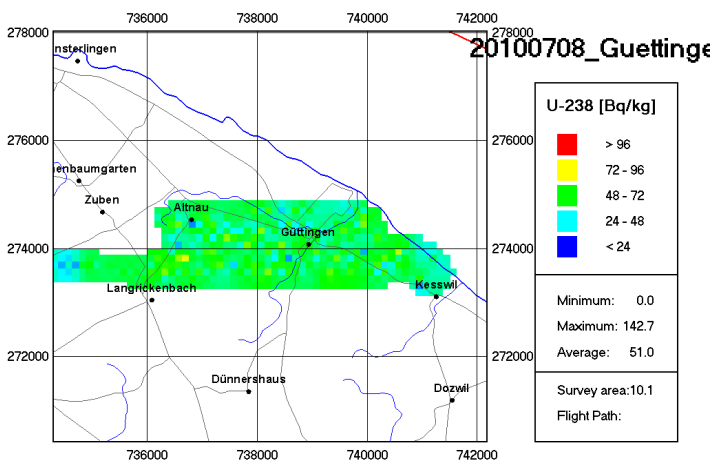
K-40 Karte



Th-232 Karte



U-238 Karte



10. Erläuterungen zu den aeroradiometrischen Karten

(von Dr. B. Bucher, ENSI)

Einleitung

Helikoptermessungen erlauben eine schnelle und flächendeckende Erfassung der künstlichen und natürlichen Radioaktivität des Bodens. Die Messungen erfolgen mit einem hochempfindlichen Detektor für γ -Strahlen. Neben der Bestimmung der Strahlungsstärke, können anhand der Energie der ausgesandten Strahlung auch künstliche und natürliche Strahlenquellen unterschieden werden.

In der Zeit von 1989 bis 1993 wurde die Umgebung der schweizerischen Kernanlagen jährlich aeroradiometrisch vermessen. Dazu wurde eine spezielle Methodik (Datenaquisition, Datenverarbeitung, Kartierung) entwickelt und angewandt.

Seit 1994 ist die Aeroradiometrie in die Einsatzorganisation Radioaktivität des Bundes integriert. Als mögliche Einsatzfälle stehen Transport- und Industrieunfälle mit radioaktivem Material, KKW-Störfälle und Satellitenabstürze im Vordergrund. Der Einsatz erfolgt unter der Regie der Nationalen Alarmzentrale (NAZ). Unterhalt und Bereitstellung des Mess-Systems erfolgen durch das Paul Scherrer Institut.

Messgerät

Für die Messflüge wird ein Super Puma Helikopter der Armee eingesetzt. Dieser Helikoptertyp bietet sehr gute Navigationsmöglichkeiten und erlaubt durch seine Blindflugtauglichkeit auch Notfalleinsätze bei schlechtem Wetter.

Das Mess-System besteht aus einem NaI-Detektor mit einem Volumen von 16 Litern. Als Spektrometer wird ein für Luftaufnahmen ausgelegtes 256-Kanal-Spektrometer verwendet. Die Steuerung des Systems erfolgt mit einem Industrie-PC. Die Daten werden auf PCMCIA-Memorykarten gespeichert.

Die Positionsbestimmung des Helikopters erfolgt mit dem satellitengestützten Positionierungssystem GPS. Zusätzlich zu den Radioaktivitätsdaten werden laufend Radarhöhe, Luftdruck und Aussentemperatur aufgezeichnet.

Um die Einsatzbereitschaft der Aeroradiometrie zu erhöhen, steht ein redundantes, gleichwertiges System zur Verfügung.

Messflüge

Gammaskpektrometrische Messungen können auch am Boden durchgeführt werden. Warum werden sie aus der Luft gemacht? Der Hauptgrund ist die Messgeschwindigkeit. Mit luftgestützten Messungen kann in derselben Zeit eine 2'500mal grössere Fläche abgedeckt werden als mit vergleichbaren Bodenmessungen und dies auch in unzugänglichen Gebieten.

Um das Messgebiet gleichmässig abzudecken, werden die Flüge in einem regelmässigen Raster durchgeführt. Der Abstand zwischen den einzelnen Fluglinien beträgt in der Regel 250 m, die Flughöhe 90 m über Grund. Für die Suche von radioaktiven Quellen wird der Fluglinienabstand reduziert.

Auswertung

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 tiefeenergetischen 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.