

Kurzbericht über die Aeroradiometriemessflüge und Zusammenstellung der Resultate

Dieser Bericht ist unter www.naz.ch oder www.gtr.geophys.ethz.ch/far/frames.html erhältlich.
Eine ausführliche Auswertung durch das Institut für Geophysik, ETH, erfolgt separat

<u>Inhalt:</u>	S. 2	1. Messflug KKW Beznau, Leibstadt, PSI
	S. 4	2. Messflug in der Umgebung des ehemaligen KKW Lucens
	S. 6	3. Messflug über dem NEAT-Tunnelaushub in Sedrun (GR)
	S. 7	4. Messflug über dem NEAT-Tunnelaushub in Amsteg (UR)
	S. 8	5. Messflug nördlich von Locarno (TI)
	S. 11	6. Sondierlinien Cugnasco - Piodina, Mte. Tamaro - Mte. Lema
	S. 13	7. Übung SURPRISE
	S. 15	8. Erläuterungen zu den aeroradiometrischen Karten (von Dr. G. Schwarz, HSK)
	S. 17	9. Kommentare zu den Zielen der Übung
	S. 18	10. Pendenzenerledigung bei der Arbeit in der Nationalen Alarmzentrale

Verteiler: NAZ (C NAZ, FBA, Zirkulation, C Sektion MO, Stab BR NAZ)
HSK (G.Schwarz), PSI, ETH, ELTA, Piloten, SUeR, SC LAR
Abt ACSD

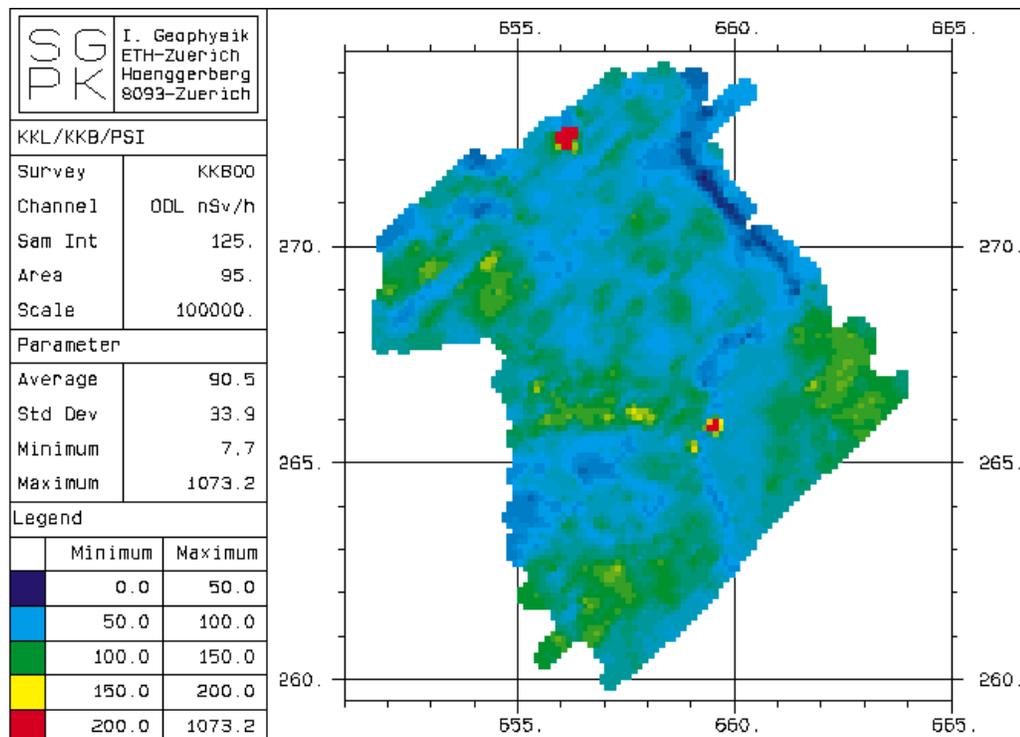
1. Messflug KKW Beznau, Leibstadt sowie PSI am 26. und 28.6.2000

Kontrollmessung (im Zweijahresrhythmus)

Fluglinien: 45°, 235m Abstand. Aus Zeitgründen
 Flugzeit: ~ 3 h 10 min
 Fluggebiet: ~80 km²



1.1. Resultate



Ortsdosisleistung (ODL) 1 m über Boden [nSv/h], Roh-Werte mit Umrechnungsfaktor für natürliche Nuklide korrigiert (siehe Erläuterung von G. Schwarz). Vorsicht: Gilt nicht für KKL selber (rot)!

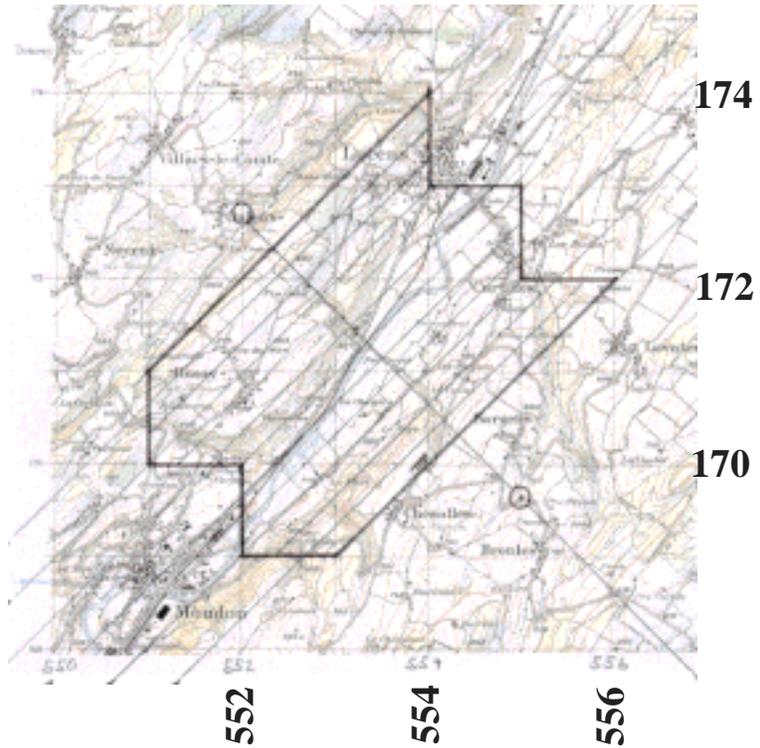
Folgende Aussagen können zur Messung gemacht werden:

- keine erhöhte Umgebungsstrahlung
- KKL sichtbar (Siedewasserreaktor in Betrieb)
- Abschirmung der terrestrischen Strahlung durch das Wasser der Aare und des Rheins gut erkennbar
- durchschnittliche ODL der Karte = 91 nSv/h. NADAM-Sonde zum aktuellen Zeitpunkt: 101 nSv/h => recht gute Übereinstimmung der Werte

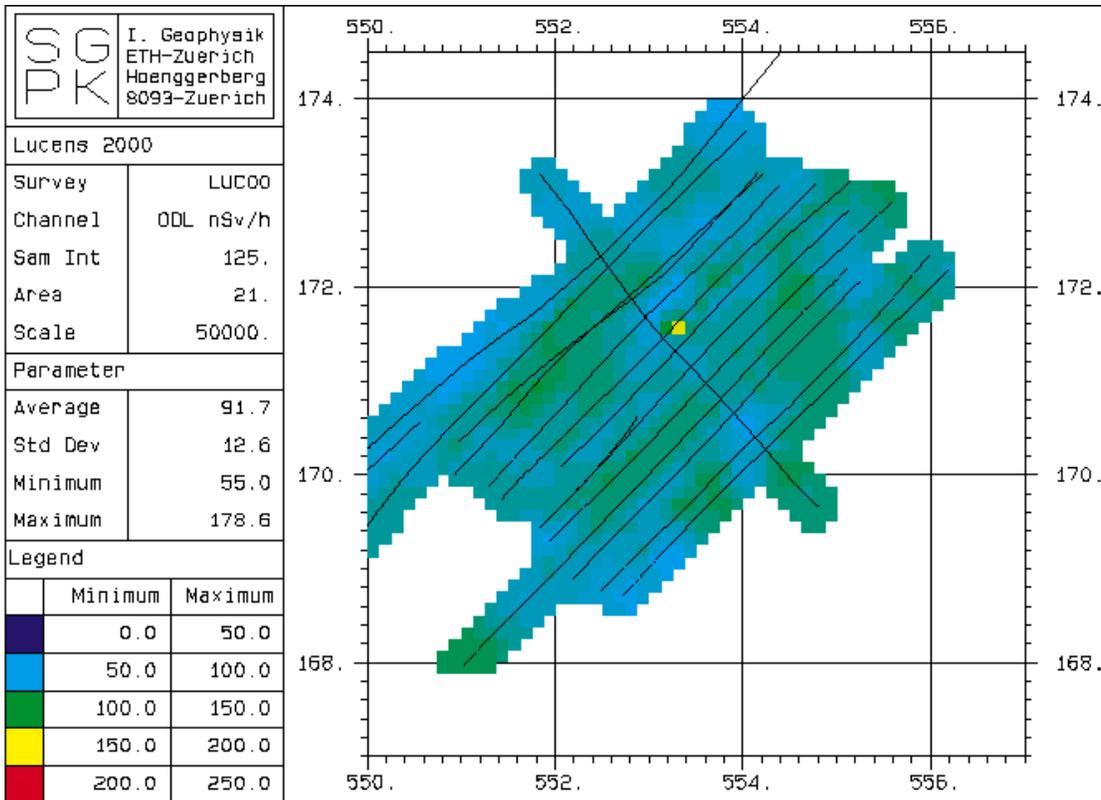
2. Messflug in der Umgebung des ehemaligen KKW Lucens

Kontrollmessung nach Befund der
Messung vom 21.06.1999

Fluglinien: 45°, 235 m Abstand
Flugzeit: ~ 70 min
Fluggebiet: ~ 21 km²



2.1. Resultate



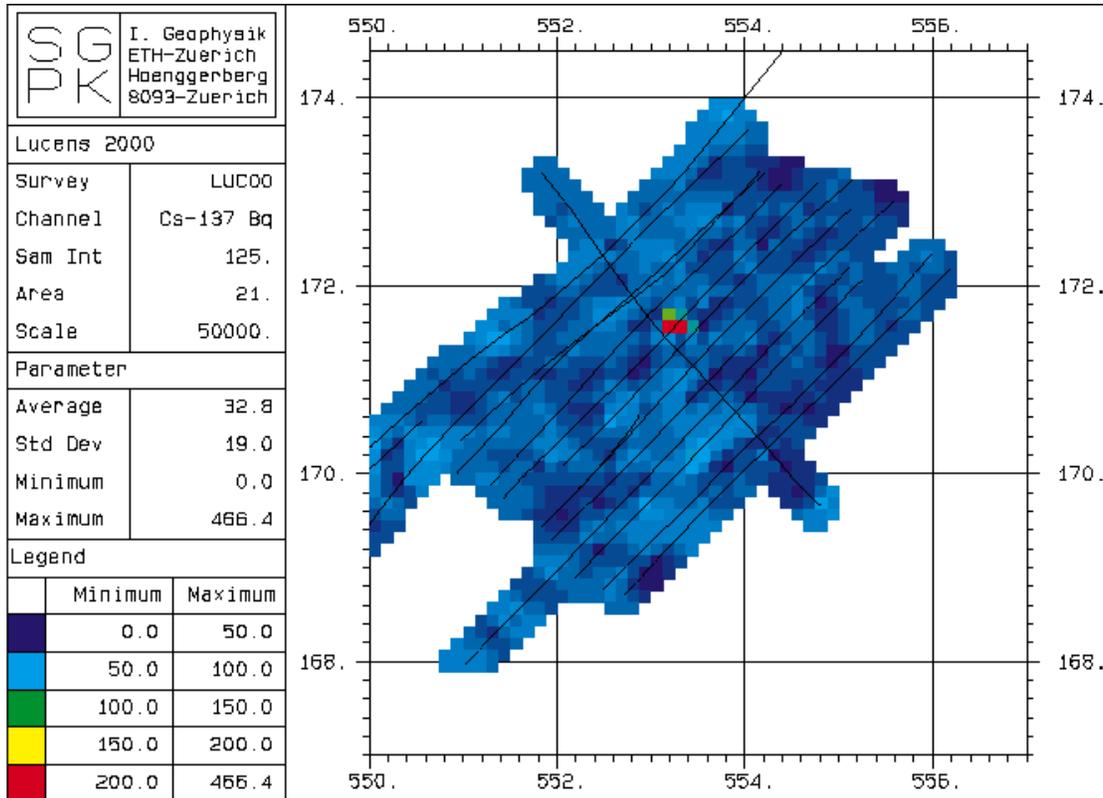
Ortdosisleistung (ODL) 1 m über Boden [nSv/h], Roh-Werte mit Umrechnungsfaktor für natürliche Nuklide korrigiert (siehe Erläuterung von G. Schwarz), Fluglinien überlagert

In der Ortsdosisleistungskarte 2000 von Lucens ist zum Abtransport bereiter Abfall des ehemaligen Versuchsreaktors als lokales Maximum (gelb) zu erkennen.

Im Vergleich zur Messkampagne 99 wurde in diesem Jahr ein tieferer, maximaler ODL-Werte registriert (maximal 179 nSv/h vs. 344 nSv/h).

Der Mittelwert der diesjährigen Messung (92 nSv/h) ist mit dem entsprechenden letztjährigen Wert (95 nSv/h) vergleichbar.

Das tiefere diesjährige Maximum kann darauf zurückgeführt werden, dass die Fluglinien 1999 und 2000 nicht identisch verlaufen bzw. die diesjährigen Fluglinien weniger nahe an der Quelle vorbeiführten. 1999 wurde das Reaktorgelände mit einer zusätzlichen, kurzen Messlinie direkt überflogen.

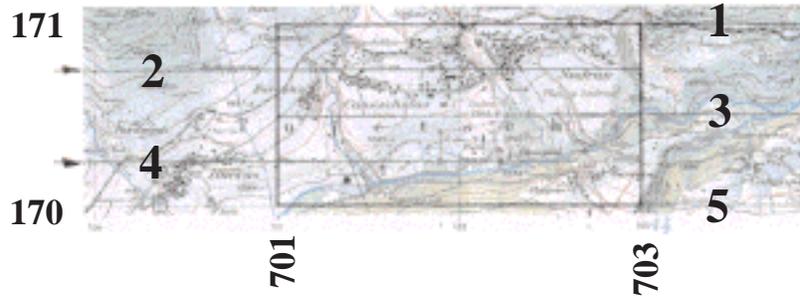


Darstellung des Cs-137-"Fensters" [Bq/kg] , Fluglinien überlagert

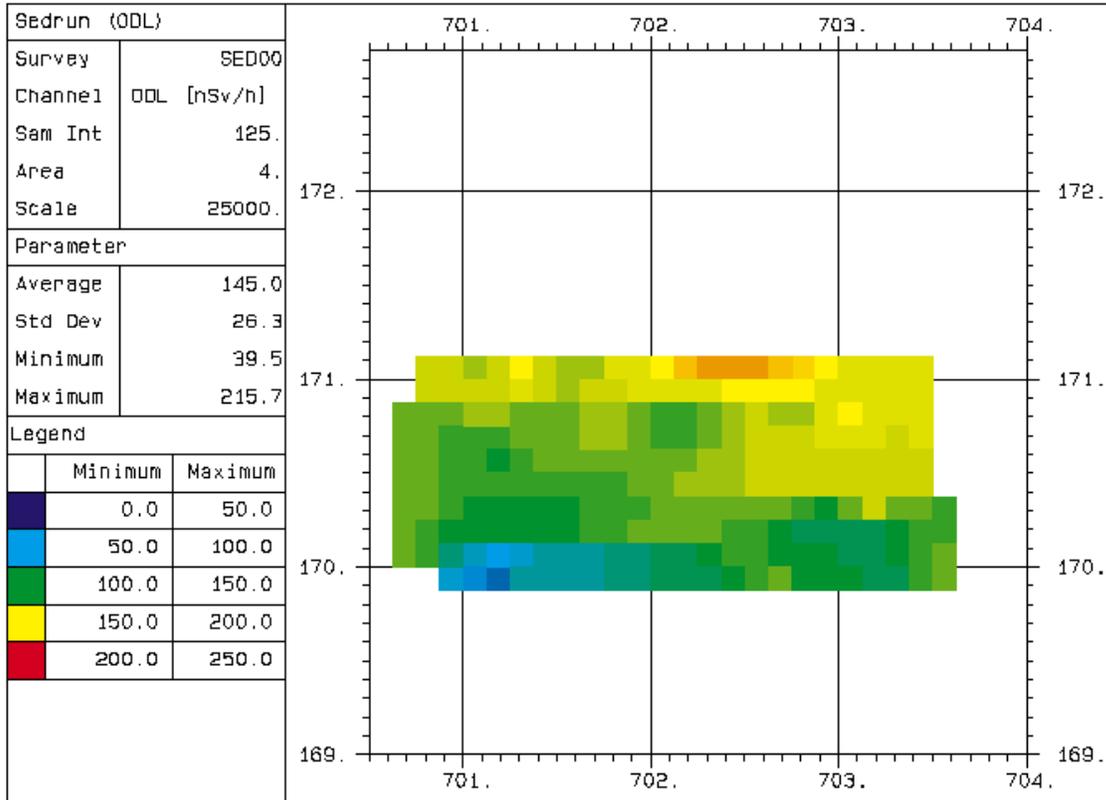
Die Stelle mit dem erhöhten Wert ist in der Cs-137-Karte besser sichtbar (rotes Maximum) als in der ODL-Karte. Dies unterstreicht den künstlichen Charakter der Quelle.

3. Messflug über dem NEAT-Tunnelaushub in Sedrun (GR)

Fluglinien: 90°, 250 m Abstand
 Flugzeit: ~10 min
 Fluggebiet: ~4 km²



3.1. Resultate



Ortsdosisleistung (ODL) 1 m über Boden [nSv/h], Roh-Werte mit Umrechnungsfaktor für natürliche Nuklide korrigiert (siehe Erläuterung von G. Schwarz)

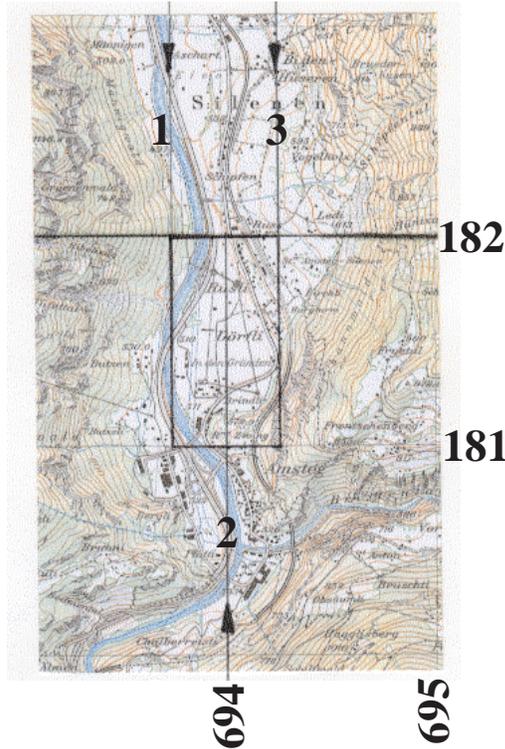
Die ODL-Karte im Bereich der Aushubdeponie des Fensterstollens/-schachtes Sedrun (Alp-Transit, Gotthard-Basistunnel) zeigt in der Darstellung mit der Standardfarbskala keine Messwerte, welche auf eine erhöhte Radioaktivität schliessen lassen.

4. Messflug über dem NEAT-Tunnelaushub in Amsteg (UR)

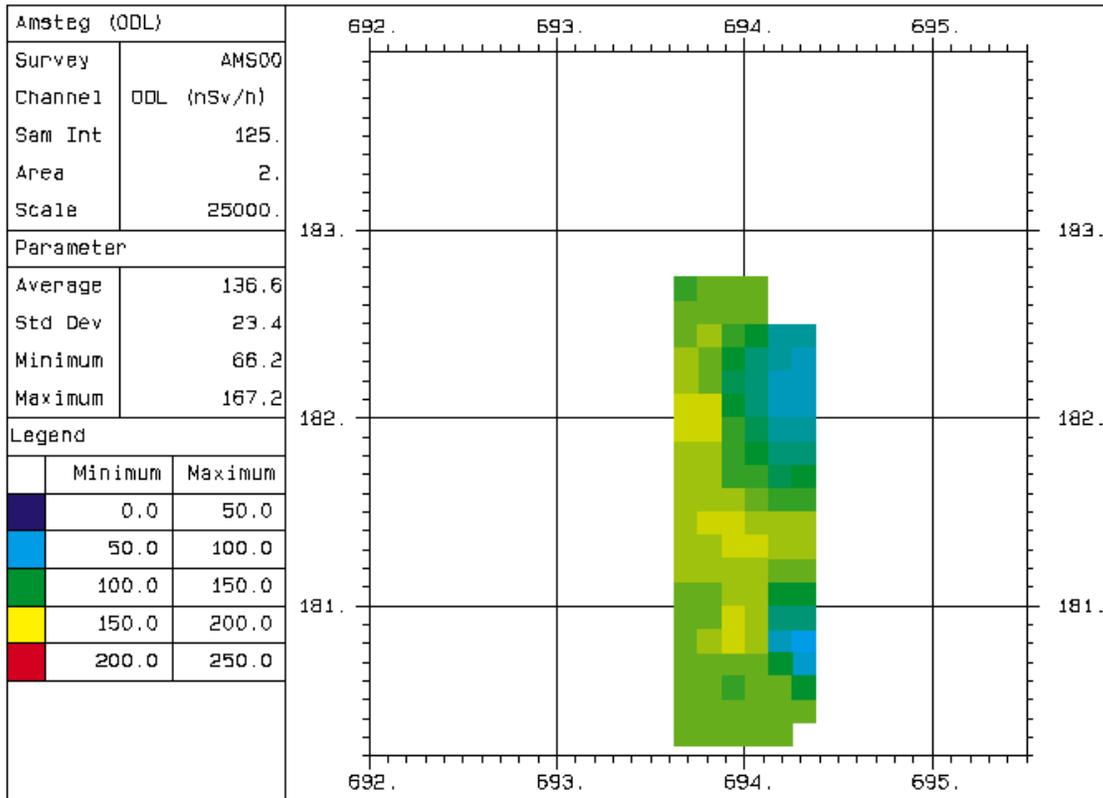
Fluglinien: 0°, 250 m Abstand

Flugzeit: ~5 min

Fluggebiet: ~2 km²



4.1. Resultate



Ortsdosisleistung (ODL) 1 m über Boden [nSv/h], Roh-Werte mit Umrechnungsfaktor für natürliche Nuklide korrigiert (siehe Erläuterung von G. Schwarz)

Die ODL-Karte im Bereich der Aushubdeponie des Fensterstollens Amsteg (AlpTransit, Gotthard-Basistunnel) zeigt in der Darstellung mit der Standardfarbskala keine Messwerte, welche auf eine erhöhte Radioaktivität schliessen lassen.

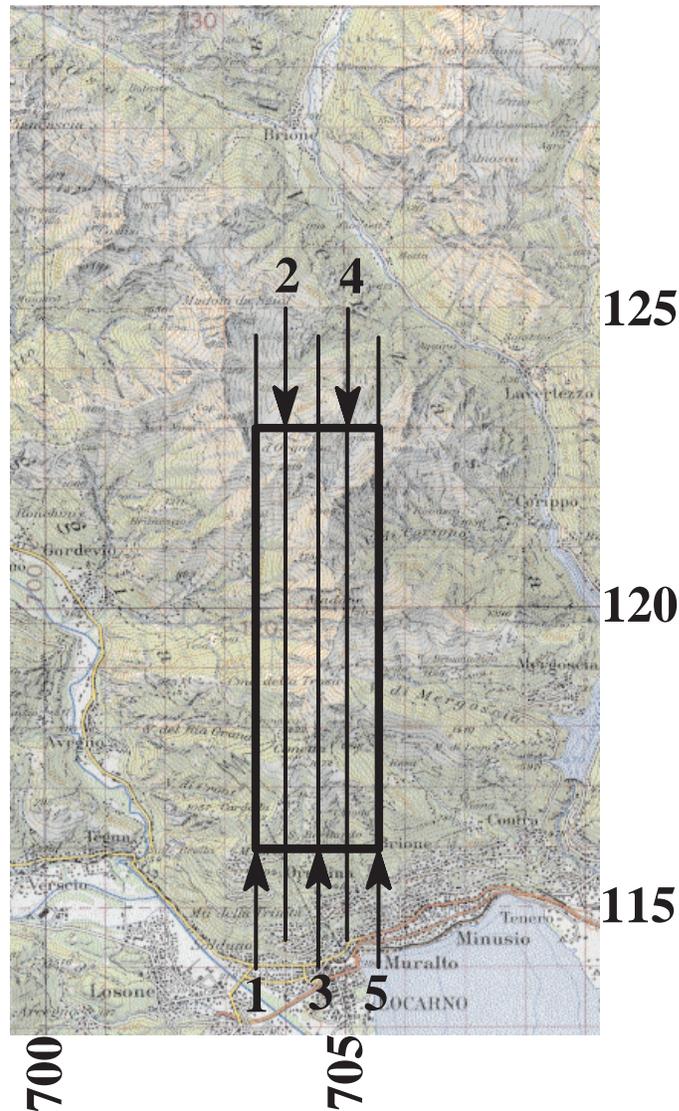
5. Messflug nördlich von Locarno (TI)

Messkampagne zur weiteren Untersuchung der Cs-Ablagerungen im Tessin (vgl. Kampagne 1999)

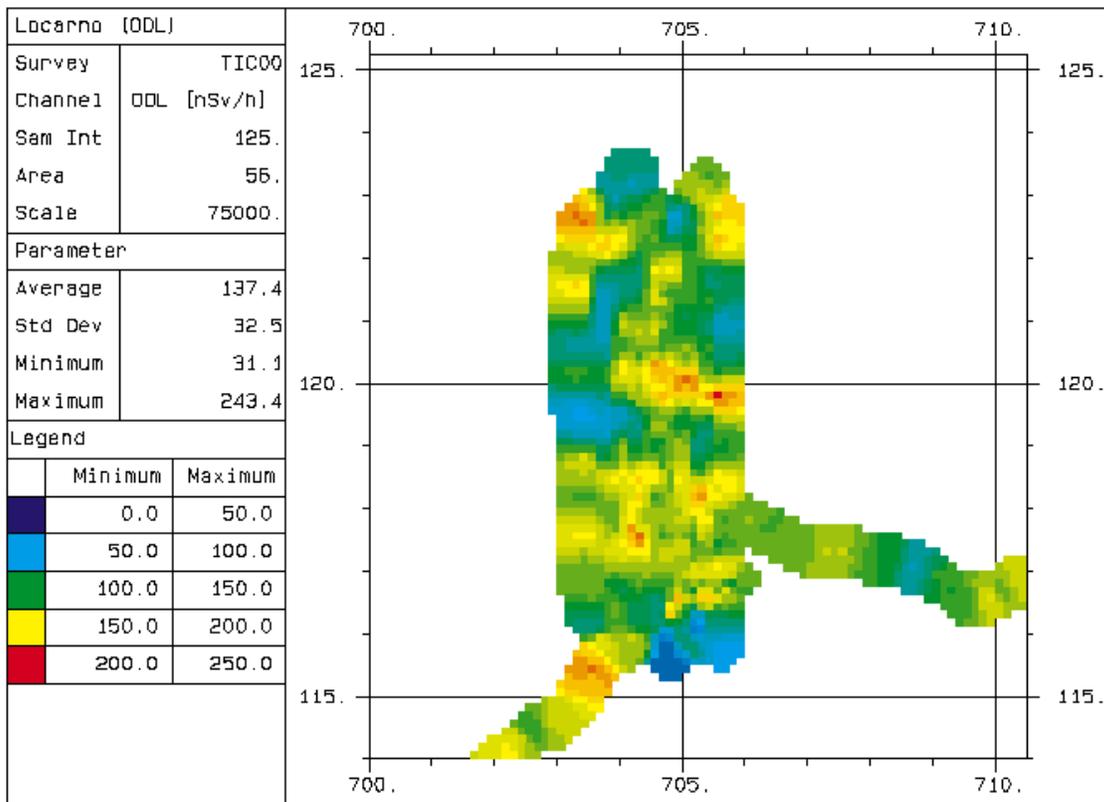
Fluglinien: 0° , 500 m Abstand

Flugzeit: ~60 min

Fluggebiet: ~15.5 km²

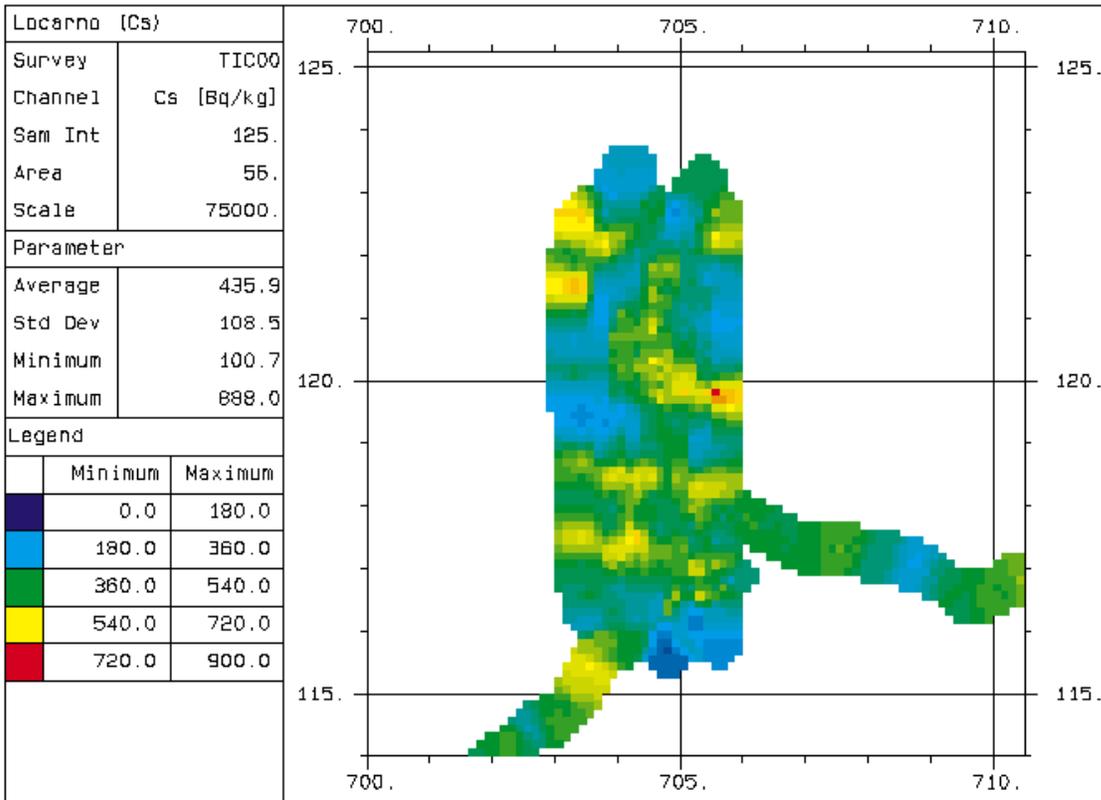


5.1. Resultate



Ortsdosisleistung (ODL) 1 m über Boden [nSv/h], Roh-Werte mit Umrechnungsfaktor für natürliche Nuklide korrigiert (siehe Erläuterung von G. Schwarz)

Die Messflüge 1999 im Tessin haben erhöhte Cs-137-Werte im Raum Brissago ergeben. In Folge dessen wurde für die diesjährigen Messungen ein Gebiet um Locarno ausgewählt. Die Darstellung des Cs-137-"Fensters" und die ODL-Karte zeigen leicht erhöhte Werte in den selben Gebieten. Somit wird vermutet, dass die erhöhte ODL durch Cs-137-Ablagerungen verursacht worden ist (Fallout Chernobyl).



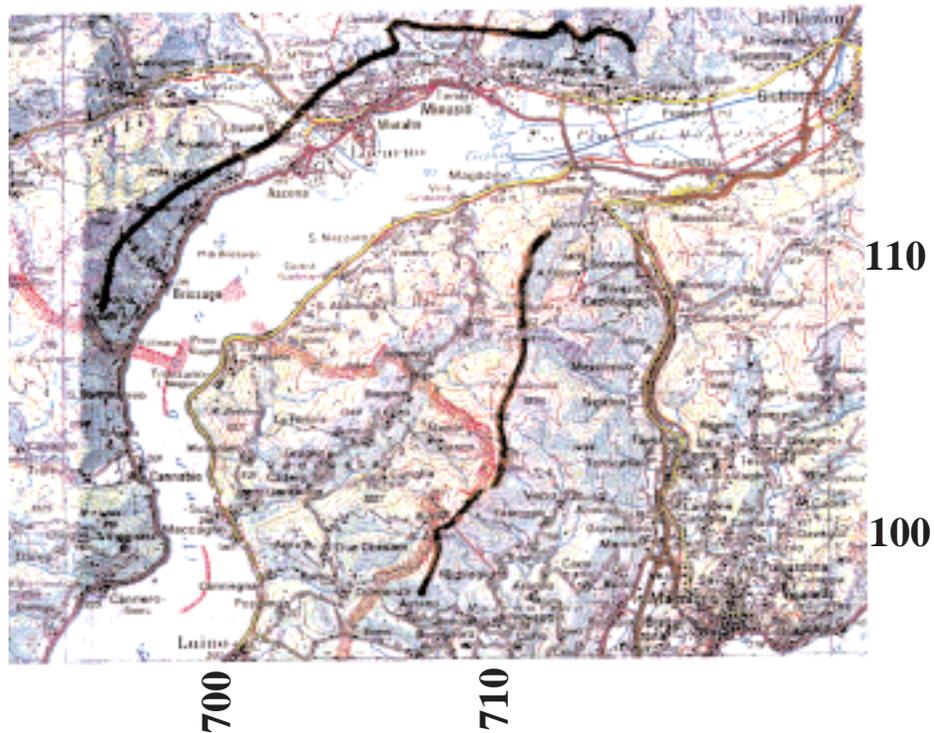
Darstellung des Cs-137-"Fensters" [Bq/kg]

6. Sondierlinien Cugnasco - Piodina Mte. Tamaro - Mte. Lema

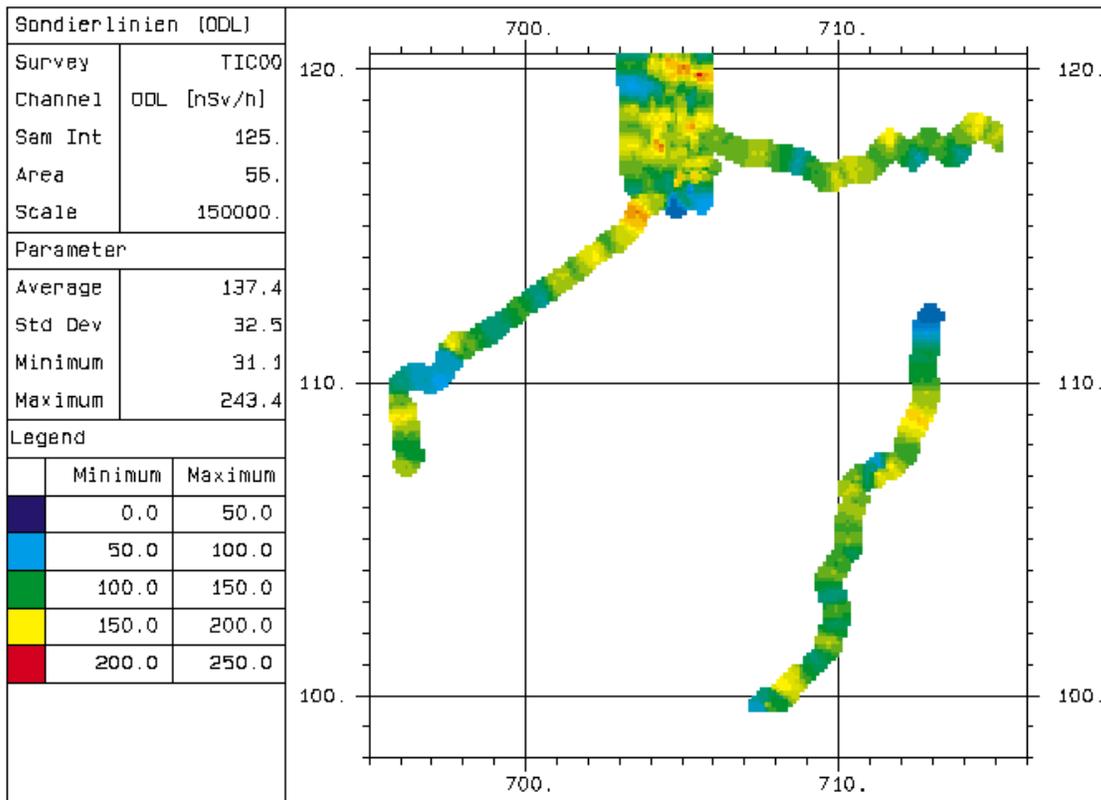
Fluglinien:

- Cugnasco-Piodina: Hanglinie
- Mte. Tamaro-Mte. Lema: entlang der Krete

Flugzeit: ~30 min

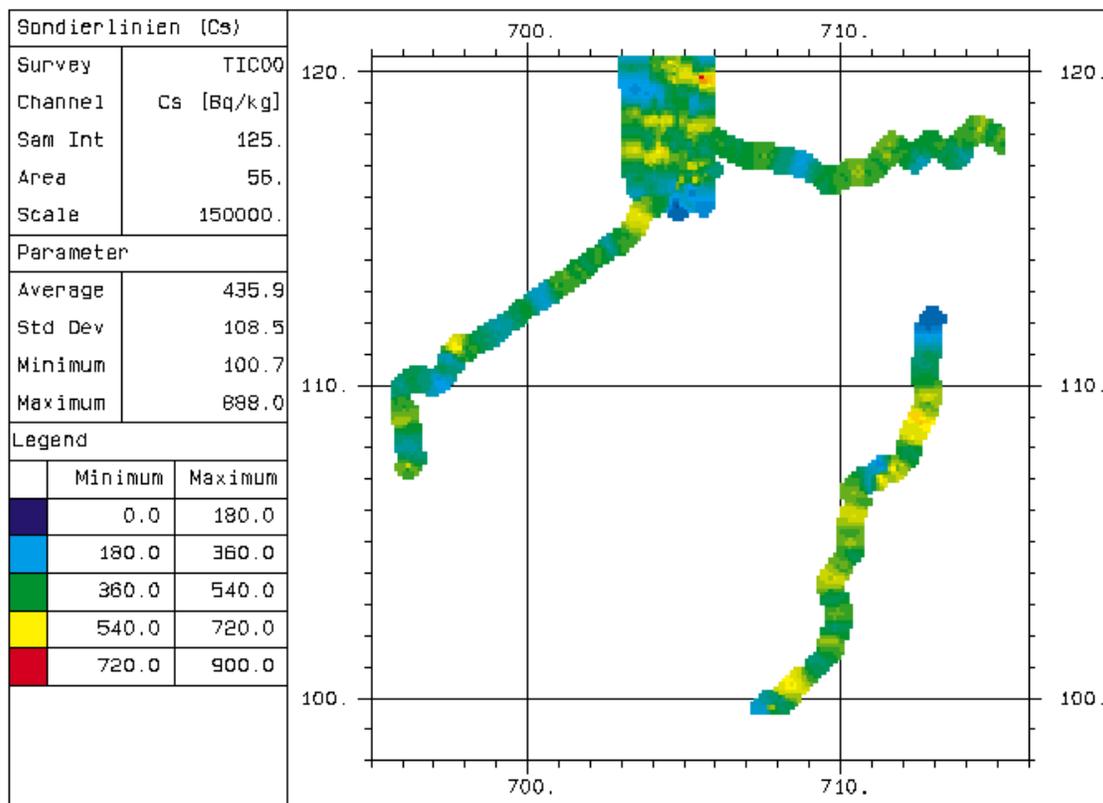


6.1. Resultate



Ortsdosisleistung (ODL) 1 m über Boden [nSv/h], Roh-Werte mit Umrechnungsfaktor für natürliche Nuklide korrigiert (siehe Erläuterung von G. Schwarz)

Im Vergleich zum Messgebiet Locarno wurde entlang der hier dargestellten Sondierlinien generell tiefere ODL- und Cs-137-Werte gemessen.

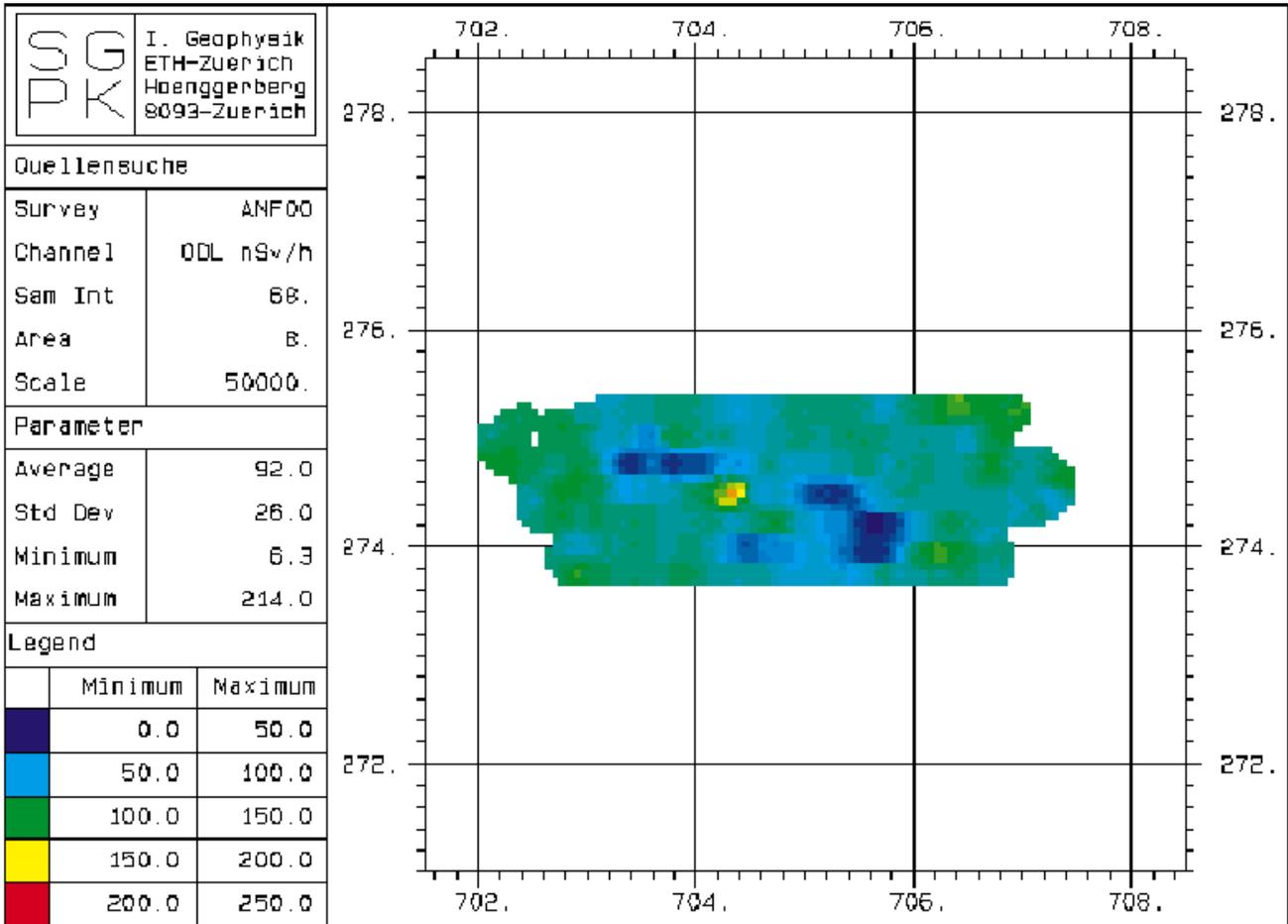
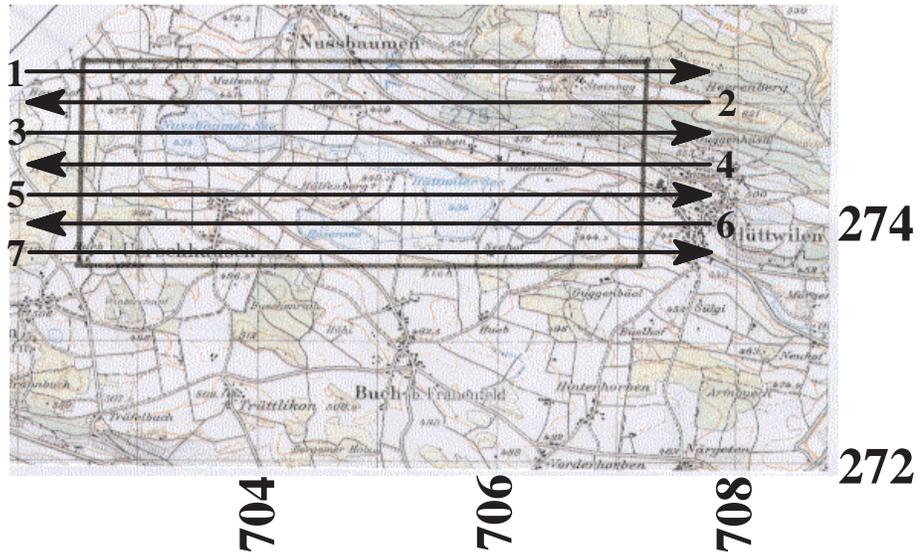


Darstellung im Cs-137-"Fenster" [Bq/kg]

7. Übung SURPRISE

7.1. Mit der Methode der radiologischen Kartierung

Fluglinien: 90°, 250 m Abstand
 Flugzeit: ~30 min
 Fluggebiet: ~6 km²

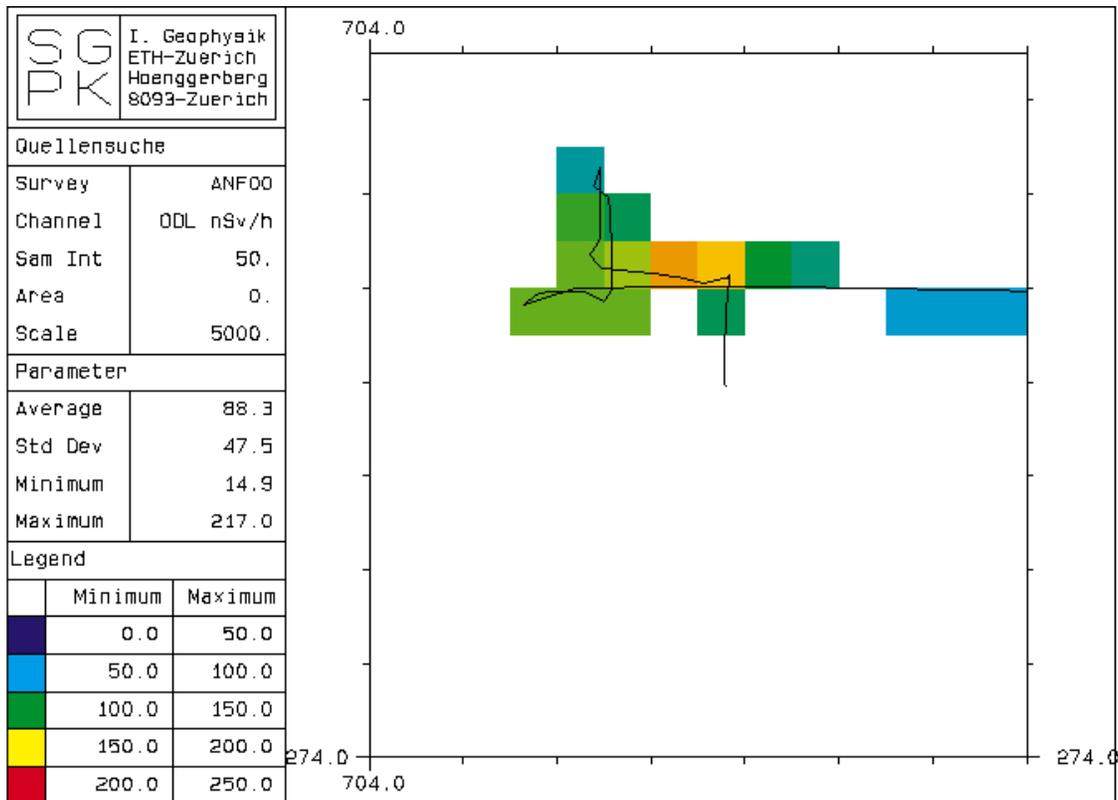


Ortsdosisleistung (ODL) 1 m über Boden [nSv/h], Roh-Werte mit Umrechnungsfaktor für natürliche Nuklide korrigiert (siehe Erläuterung von G. Schwarz)

Die drei im Messgebiet enthaltenen Seen (Hüttwiler See, Hasensee und Nussbaumer See) sind als Regionen stark erniedrigter Ortsdosisleistung deutlich erkennbar. Die im Gebiet ausgelegte Quelle ist bereits im normalen Rasterflugverfahren (Linienabstand 250 m, Flughöhe 90 m) und in der Standardfarbskala leicht auszumachen. Somit konnte die Linie (Linie 4) bestimmt werden, welche zum Quellensuchverfahren erneut angeflogen werden sollte (vgl. Kapitel 7.2).

7.2. Mit dem Quellensuchverfahren (nur einer von zwei Flügen dargestellt)

Fluglinien: Suchlinien
Flugzeit: ~10 min



Ortsdosisleistung (ODL) 1 m über Boden [nSv/h], Roh-Werte mit Umrechnungsfaktor für natürliche Nuklide korrigiert (siehe Erläuterung von G. Schwarz)

Im Quellensuchverfahren konnte der Messhelikopter zur Quelle dirigiert werden. Wie der Fluglinienverlauf zeigt, wurde hierzu stets zum Bereich maximaler Aktivität navigiert. Das im Schwebeflug über der Quelle aufgenommene Spektrum zeigte den für eine Kobaltquelle charakteristischen Doppelpeak. Die Stärke der Quelle betrug 190 MBq (Co 60)

8. Erläuterungen zu den aeroradiometrischen Karten (von Dr. G. Schwarz, HSK)

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 (Datenakquisition, 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 die Bereitstellung des Mess-Systems werden weiterhin vom Institut für Geophysik der ETHZ übernommen.

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 17 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, Aussentemperatur und die Lagewinkel des Helikopters aufgezeichnet.

Um die Einsatzbereitschaft der Aeroradiometrie zu erhöhen, wurde 1995 vom Institut für Geophysik der ETHZ im Auftrag der NAZ ein zweites Mess-System gebaut. Es weist weniger Detektorleistung als das bisherige System auf und ist vor allem für Fälle mit starker Geländeverstrahlung vorgesehen. Ansonsten enthält es die gleichen Komponenten. Dadurch ist sichergestellt, dass im Notfall Redundanz vorhanden ist.

Messflüge

Gammastrahlungsmessungen 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 235m - 250m, die Flughöhe 90 m über Grund.

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 tiefenenergetischen 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:** Die Rohdaten des Totalfensters multipliziert mit einem Konversionsfaktor ergeben in allererster Näherung ein Mass für die Ortsdosisleistung. Diese Methode ist natürlich nur sehr ungenau. Insbesondere bleiben Nuklidzusammensetzung und Geometrie der Quelle unberücksichtigt. Die Fehler sind jedoch meist kleiner als 50 %. Der Konversionsfaktor wurde mit Hilfe von RSS-Messungen auf 0.15 nSv/h pro cnts/s bestimmt.

Bei 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 Direktstrahlung der Lagerstätten für radioaktive Komponenten (PSI-West) resp. Abfälle (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 nur im MMGC-Ratio schwach erkennbar.

Sonst kann ausserhalb der umzäunten Areale der Kernanlagen 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 fünf Jahre etwa konstant geblieben.

9. Kommentare zu den Zielen der Übung

Übungsziel	Erfüllungsgrad, Kommentare
<p>Wiedererlangen des für einen überraschenden Einsatz notwendigen Könnens bezüglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Vorbereitung eines Einsatzes ➤ Bedienung der Geräte im Einsatz ➤ Auswertung und Interpretation der Resultate ➤ erste Sofortauswertung im Feld 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ erfüllt, regelmässiges üben nötig (jährlich) ➤ erfüllt, mehrfach geübt ➤ erfüllt, aber regelmässiges üben nötig ➤ erfüllt, dauert z.T. noch zu lange
<p>Kontrollmessungen in der Umgebung des Kernkraftwerke Beznau und Leibstadt sowie des PSI und des ZWILAG</p>	<p>erfüllt</p>
<p>"Freimessung" in der Umgebung des ehemaligen Versuchs-Kernkraftwerkes Lucens</p>	<p>erfüllt</p>
<p>Lokalisieren von weiteren vermuteten Cs-137-Ablagerungen aus dem Chernobyl-Fallout im Tessin mittels eines Sondierfluges aufgrund der Rekonstruktion der meteorologischen Lage zwischen dem 30.04. und 10.05.86.1986</p>	<p>erfüllt</p>
<p>Ermitteln der radiologischen Signatur von geologischen Verhältnissen innerhalb eines Berges, mittels Messung des Tunnelaushubes der NEAT-Stollen in Sedrun und Amsteg</p>	<p>erfüllt (Detailauswertung ggf. durch ETH und HSK)</p>
<p>Übung 'Surprise': Fehlerfreie und zeitgerechte Durchführung eines gesamten Ablaufes durch das Aeroradiometrie-Team ohne Betreuung, insbesondere: Vorbereiten der Flugkarte, Briefing der Piloten, Messflug, Auswertung, Beurteilung</p>	<p>erfüllt, Quellen von beiden Teams auf Anhieb gefunden.</p>
<p>Öffentlichkeitsarbeit: Pressekonferenz anlässlich der Messflüge über dem KKL, sowie Spezialreportagen auf Anfrage gewisser Medien.</p>	<p>erfüllt</p>
<p>Beurteilung der neuen Auswertesoftware und Überprüfen und Ergänzen der Einsatzdokumentation NAZ und der Systemanleitungen</p>	<p>erledigt Systemanleitungen ergänzt und aufdatiert für bestehende Software</p>

10. Pendenzenerledigung bei der Arbeit in der NAZ

99-1: Abdeckung der GPS-Antenne weist einen Sprung auf.
ANTRAG: Reparieren bzw. ersetzen lassen

Stand Erledigung: erledigt

99-2: "Operating procedures" für Messsystem erstellen, bestehend aus den Teilen:

- (a) **Funktionen** des Messteams definieren (zB. Operator, Gerätewart etc.)
- (b) Zuständigkeiten und Verantwortungen dieser **Funktionen** definieren
- (c) Tätigkeiten der einzelnen **Funktionen** festlegen und in Checklisten aufführen

Die Ziele bestehen darin, dass

- (i) Abläufe fehlerfrei ablaufen (zB. klar ist, wer die MC-Karte an sich nimmt, wer am Abend das Ladegerät anschliesst etc.)
- (ii) ein neues Messteam das System in klar definiertem Zustand übernimmt

Stand Erledigung: Nicht bearbeitet

99-3: Festlegen, wer für die Pflege des Geräts zwischen den Einsätzen verantwortlich ist (ETH, NAZ?)

Stand Erledigung: Nicht bearbeitet

Neue Pendenzen

00-1: Entscheid über Einführung der Online-Auswerte-Software fällen und Terminplan erstellen.

Zürich, den 29. Juni 2000

EIDG. DEPARTEMENT FÜR VERTEIDIGUNG,
BEVÖLKERUNGSSCHUTZ UND SPORT
Generalsekretariat
Nationale Alarmzentrale

Für das Messteam: Dieter Frei