



Cristina Poretti, Franziskus Stoffel

19. Juni 2026

Aeroradiometrie-Messkampagne 2026

vom 15. bis 18. Juni 2026

Übungsbericht und Messresultate



Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Übung Aeroradiometrie 2026	5
2.1	Allgemeine Ziele des Aeroradiometrie-Teams.....	5
2.2	Messflüge am Gotthardmassiv und in der Surselva	5
2.3	Messflüge «Baar – Wädenswil – Einsiedeln».....	5
2.4	Messflüge in der Umgebung der Schweizer Kernanlagen.....	6
2.5	Messflüge zwecks technischen Erfahrungsgewinn	6
2.6	Information der Bevölkerung, der Medien und der Behörden	6
2.7	Wissenschaftlicher Bericht.....	7
2.8	Beteiligte Partnerorganisationen	7
3	Messresultate	8
3.1	Messgebiet Gotthardmassiv und Surselva	8
3.2	Messgebiet «Baar – Wädenswil – Einsiedeln».....	17
3.3	Standardmessprogramm um die Kernkraftwerke Leibstadt und Beznau sowie um das Paul Scherrer Institut und das ZWILAG.....	19
3.4	Messflüge im Gebiet Mandach/Rotbergegg (AG) und Berg/Schwaderloh (TG).....	24
3.5	Messtechnisch interessanter Flug um den Berg «Chrüz» im Prättigau (GR).....	27
4	Erkenntnisse	31
Anhang A:	Aeroradiometrie allgemein	33

1 Zusammenfassung

Nach den Radioaktivitätsmesskampagnen mit internationalen Übungen in Tschechien 2024 und in der Schweiz 2025 wurde 2026 eine rein schweizerische Messkampagne nach bewährtem Muster durchgeführt.

Im Rahmen der Messkampagne wurden am Montag jeweils ein Messflug über dem Gotthardmassiv und der Surselva durchgeführt. In ausgewählten Gebieten, die bereits Ende der 1980er Jahre vermessen wurden, erfolgten erneut Radioaktivitätsmessungen. Ein Ziel dieser Messungen ist es, ein erster, vorwiegend qualitativer Vergleich der aktuellen Messwerte mit den historischen Messresultaten zu ziehen.

Die NAZ führt seit mehreren Jahren Messflüge über Städte, dicht besiedelten Gebieten und in der Umgebung kritischer Infrastrukturen durch. Am Dienstag wurde nun das Gebiet südlich des Zürichsees, von Sihlbrugg bis zum Sihlsee mit den grösseren Ortschaften Wädenswil (ZH), Einsiedeln (SZ) und Baar (ZG) überflogen. Zudem wurde gleichentags ein Steigflug über dem Zugersee zur Bestimmung der Beiträge der kosmischen Strahlung und der Hintergrundstrahlung des Helikopters zur gemessenen Ortsdosisleistung (ODL) durchgeführt.

Das zweijährlich durchgeführte Standardmessprogramm in der Umgebung der Kernkraftwerke Beznau (KKB) und Leibstadt (KKL), in der sich auch das Paul Scherrer Institut (PSI) und das zentrale Zwischenlager für radioaktive Abfälle (ZWILAG) befindet, wurde am Mittwoch durchgeführt. Darin enthalten war ebenfalls ein Bereich auf deutschem Gebiet, welches 2024 wegen schlechten Flugwetters nicht geflogen werden konnte. Im selben Gebiet, in dem sich die bekannte Thorium-Anomalie bei Rotbergegg (AG) befindet, wurde am Nachmittag ein zusätzlicher Messflug zur Validierung der Höhenkorrektur durchgeführt. Zudem wurde von dort bis zum PSI eine neue Referenzlinie vermessen.

Am Donnerstagvormittag wurde eine Vergleichsmessung am Berg «Chrüz» im Prättigau (GR) durchgeführt. Dieses Gebiet wurde bereits 2023 mit einer alternativen Messstrategie überflogen. Die Flugwoche wurde schliesslich am Donnerstagnachmittag mit einem weiteren Messflug zur Validierung der Höhenkorrektur – diesmal zwischen Schwaderloh TG und der Gemeinde Berg TG – abgeschlossen.

Die wichtigsten Ergebnisse der Übung Aeroradiometrie 2026:

1. Für alle Messgebiete konnten radiologische Messkarten erstellt werden. Es wurden keine unerwarteten Werte festgestellt.
2. Die Kontrollmessungen in Zusammenarbeit mit dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) in der Umgebung der Kernkraftwerke Beznau und Leibstadt sowie Paul Scherrer Institut (PSI) konnten durchgeführt werden. Es wurde ausserhalb der Betriebsareale gegenüber dem natürlichen Untergrund keine erhöhte Radioaktivität festgestellt. Im Vergleich mit den Messresultaten der Vorjahre wurden keine Veränderungen beobachtet.
3. Mit dem Messflug im Gebiet «Baar – Wädenswil – Einsiedeln» konnten Referenzwerte erhoben werden und damit eine weitere Lücke in dicht besiedelten Gebieten geschlossen werden.
4. Die Messflüge im Gotthardmassiv und der Surselva bestätigten die Werte, die in den späten 1980er und frühen 1990er Jahren erhoben wurden. Die detektierten natürlichen Radionuklidkonzentrationsvariationen stimmen gut mit den alten Werten überein. Zusätzlich wurden im Bedretttotal (TI) noch Spuren von Cs-137 gefunden, welches noch von der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl 1986 stammt. Dies deckt sich mit den

Erwartungen, da seit der Reaktorkatastrophe immer noch ca. 40% dieses Radionuklids vorhanden sind.

5. Die diesjährige Vergleichsmessung im Gebiet «Chrüz» (GR) zeigte, dass die Messresultate beider Ansätze insgesamt gut übereinstimmen und miteinander vergleichbar sind. Eine mögliche Optimierung besteht darin, primär entlang der Höhenlinien zu fliegen und in Bereichen mit einem Linienabstand von mehr als 250 m zusätzliche Messlinien vorzusehen.
6. Die Validierungsflüge auf konstanter Höhe über Meer bestätigen die Wirksamkeit der Höhenkorrektur bis 200 m über Grund. Zwischen 200 m und 300 m über Grund nimmt die Genauigkeit der Quantifizierung kontinuierlich ab. Ab rund 300 m über Grund ist das Signal zu schwach, um die Signalabschwächung durch die Höhenkorrektur zuverlässig zu kompensieren.
7. Der Ausbildungs- und Trainingsstand der Messspezialisten, Techniker und Piloten der Aeroradiometrie-Equipe ist hoch.

2 Übung Aeroradiometrie 2026

Die diesjährigen Messflüge fanden in der Woche vom 15. bis 18. Juni statt. Start- und Landebasis war der Flugplatz Dübendorf.

2.1 Allgemeine Ziele des Aeroradiometrie-Teams

Folgende grundsätzlichen Ziele sollten in den Messwochen erreicht werden:

- Zeitgerechter Einbau und zeitgerechtes Erstellen der Einsatzbereitschaft des Messsystems.
- Training der für einen Einsatz notwendigen Kenntnisse bezüglich:
 - Vorbereitung eines Einsatzes
 - Bedienung der Geräte im Einsatz
 - Auswertung und Interpretation der Resultate während und nach dem Flug
 - Training der Piloten für den Aeroradiometrie-Einsatz
- Training der Kommunikation zwischen Piloten und Messequipe während des Flugs (z.B. Instruktion der Piloten durch die Operatoren).
- Darstellung der Messresultate: Zusammenstellung und Interpretation der Resultate innert zwei Stunden nach dem Messflug.
- Verbesserung und Festigung der Kenntnisse für den Betrieb des durch die NAZ eingesetzten Aeroradiometrie-Systems.
- Überprüfung und Aktualisierung der Einsatzdokumentation.

2.2 Messflüge am Gotthardmassiv und in der Surselva

In diesem Gebiet wurden zwischen 1986 und 1991 im Auftrag der Schweizerischen Geophysikalischen Kommission (SGPK) zahlreiche Messflüge durchgeführt. Dabei wurden lokal erhöhte natürliche Radioaktivitätswerte (Thorium und Uran) festgestellt. Ziel ist es, diese Bereiche soweit möglich erneut zu vermessen und die Resultate qualitativ mit den historischen Messungen zu vergleichen. Topographie, sowie die Höhe über Meer (bis 3'000 m.ü.M) stellen sowohl für den Super Puma wie auch die Crew eine grosse flugtechnische Herausforderung dar.

Zusätzlich soll auf dem südlichen Gebiet des Gotthardmassivs im Bedrettal nach Spuren von Cs-137 gesucht werden. Bei der Nuklearkatastrophe in Tschernobyl 1986 wurden Radionuklide freigesetzt und teilweise in Richtung Zentraleuropa verfrachtet, wobei es südlich der Alpen und im Gotthardgebiet zu Cs-137-Kontaminationen kam.

In der aktuellen ARM-Kampagne wurden deshalb am Montag zwei Flüge in einem ca. 500 km² grossen Messgebiet im Gotthardgebiet und der Surselva durchgeführt, um zu erkennen, ob sich die Cs-137-Konzentrationen in den betroffenen Gebiete nach rund 40 Jahren – bei einer Halbwertszeit von 30 Jahren – verändert haben und ob mit der modernen Messtechnik Änderungen in der Qualität der Messungen zu erkennen sind.

2.3 Messflüge «Baar – Wädenswil – Einsiedeln»

Um die Referenzwerte in der weiteren Umgebung des KKW Beznau, in dicht besiedelten Gebieten und in der Umgebung kritischer Infrastrukturen zu vervollständigen, wurde am Dienstag ein bisher nicht vermessenes Gebiet von ca. 200 km² südlich des Zürichsees abgeflogen, welches Teile von Baar (ZG), Wädenswil (ZH) und Einsiedeln (SZ) und den

grössten Teil des Sihlsees umfasst. Über dem Zugersee wurde am Nachmittag noch ein Steigflug zur Bestimmung der Beiträge der kosmischen Strahlung und der Hintergrundstrahlung des Helikopters zur gemessenen Ortsdosisleistung (ODL) durchgeführt.

2.4 Messflüge in der Umgebung der Schweizer Kernanlagen

Die Schweizer Kernanlagen werden im Auftrag des ENSI im Zweijahresrhythmus aeroradiometrisch untersucht. Turnusgemäss wurde dieses Jahr die Umgebung der Anlagen KKL, und KKB, PSI und ZWILAG vermessen. 2024 musste dieser Kontrollflug aufgrund schlechter Wetterbedingungen auf das notwendige Minimum reduziert werden, weshalb der Teil auf deutschem Hoheitsgebiet nicht gemessen wurde. In der aktuellen Kampagne konnte dieser Teil des Messfluges wieder plangemäss durchgeführt werden.

2.5 Messflüge zwecks technischen Erfahrungsgewinn

Der Mittwochnachmittag und der Donnerstag wurde genutzt, um Erfahrungen mit dem Messsystem zu sammeln. Ein Messflug wurde über dem Berg «Chrüz» im Kanton Graubünden durchgeführt. 2023 war dieser Berg mit einem geänderten Flugmuster entlang der topographischen Höhenlinien vermessen worden. Dies hatte einen sehr kurvigen Flug und variierende Fluglinienabstände zur Folge, dafür waren keine starken Vertikalbewegungen nötig, um die Flughöhe (Bodenabstand) beibehalten zu können. In der aktuellen Messkampagne wurde nun das gleiche Gebiet noch einmal mit dem Standardverfahren mit parallelen Fluglinien überflogen, um allfällige Abweichungen bei den Messwerten aufgrund des alternativen Flugmusters erkennen zu können.

Die beiden kleinen Messgebiete nördlich der Gemeinde Berg (TG) und über der bekannten Thorium-Anomalie bei Rotbergegg nahe Mandach (AG) wurden dreimal überflogen: zwei Mal mit konstanter Flughöhe 90 Meter über Boden und einmal mit konstanter Flughöhe über Meer. Ziel ist es, die Wirksamkeit der Höhenkorrektur bei dynamischen Höhen über Boden aufgrund der Topographie zu evaluieren. Abgeschlossen wurden diese Flüge durch eine gerade 6666 m lange gerade Linie in Ost-West-Richtung zwischen den Gemeinden Gansingen (AG) und Würenlingen (AG), die mehrmals mit konstanter Höhe von 90 m über Boden geflogen wurde. Ziel dieser Linie ist die Festlegung einer Referenzlinie in der Schweiz, die als Grundlage für den Vergleich verschiedener Messsysteme (Helikopter, Fahrzeuge, Messteams) und für die Qualitätssicherung der Messergebnisse dient.

2.6 Information der Bevölkerung, der Medien und der Behörden

2.6.1 Messflüge allgemein

Aufgrund der Lärmemissionen des Messhelikopters wurde Wert auf eine umfassende Vorabinformation der Bevölkerung gelegt. Dazu wurden die Behörden aller betroffenen Schweizer Gemeinden sowie die Kantonspolizeien der betroffenen Kantone schriftlich über die bevorstehenden Flüge orientiert und gebeten, bei allfälligen Fragen aus der Bevölkerung auf die Nationale Alarmzentrale zu verweisen.

In einer Medienmitteilung wurden am 08.06.2026 die Messflüge angekündigt. Partner und Behörden wurden vorab aktiv informiert.

Während der Messwoche wurden zudem Meldungen der Stufe Information über die [Alertswiss](#)-Kanäle abgesetzt und via Social Media begleitet. Der Flugplan wurde zudem auf der NAZ-Website aufgeschaltet.

Diverse Anfragen von Behörden, Medien und aus der Bevölkerung wurden vor und während der Messwoche beantwortet.

2.7 Wissenschaftlicher Bericht

Das PSI wird voraussichtlich bis Ende Jahr einen detaillierten wissenschaftlichen Bericht publizieren.

2.8 Beteiligte Partnerorganisationen

Folgende Organisationen waren in die Vorbereitung und Durchführung des Standardmessprogramms um die Schweizer Kernanlagen KKB und KKL sowie um das PSI und ZWILAG involviert:

- Nationale Alarmzentrale (NAZ) mit dem Stab Bundesrat NAZ
- Schweizer Luftwaffe (LW)
- Paul Scherrer Institut (PSI)
- Kompetenzzentrum ABC-KAMIR
- Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)
- Aufsichtsbehörden: Bundesamt für Gesundheit (BAG) und SUVA
- Armee: Waffenplatz Andermatt
- Kantonspolizeien und ABC-Koordinatoren der Kantone AG, GR, SZ, TG, TI, UR, VS, ZG, und ZH

Die Nationale Alarmzentrale und das Aeroradiometrie-Team danken allen Beteiligten für die gute, unkomplizierte Zusammenarbeit und den kollegialen Austausch.



3 Messresultate

3.1 Messgebiet Gotthardmassiv und Surselva

Im Gotthardgebiet und in der Surselva wurden zwischen 1986 und 1991 im Auftrag der Schweizerischen Geophysikalischen Kommission (SGPK) zahlreiche Messflüge durchgeführt. Dabei wurden lokal erhöhte natürliche Radioaktivitätswerte für Thorium (Abbildung 11) und Uran festgestellt. In der aktuellen ARM-Kampagne wurden am Montag Messflüge im Gebiet zwischen Andermatt, Grimsel und dem Val Bedretto sowie in der Surselva durchgeführt, um diese Resultate qualitativ mit den historischen Messungen zu vergleichen und gegebenenfalls Spuren von Cs-137 nachzuweisen, welches von der Nuklearkatastrophe 1986 in Tschernobyl stammt.

3.1.1 Gotthardmassiv: Angaben zum Messflug

Datum / Zeit:	15.06.2026, 09:06 – 11:06 h	Flugdauer:	2 h 00 min
Fluglinien:	Manuell, ad-hoc	Fluggebiet:	135 km ²
Flughöhe über Grund:	60 – 600 m		

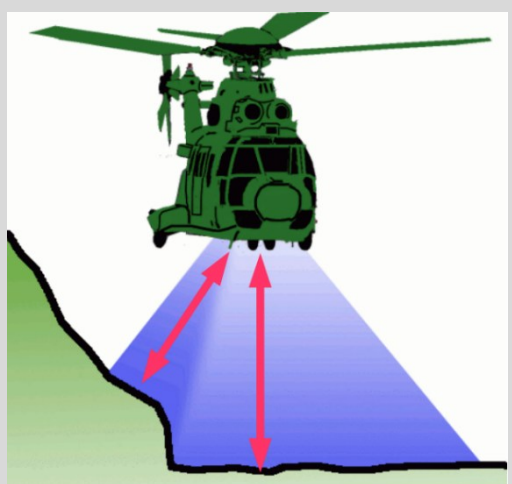
3.1.2 Gotthardmassiv: Ortsdosisleistung und nuklidspezifische Konzentrationen natürlicher Radionuklide

Die Karte der Ortsdosisleistung (ODL) in Abbildung 1 zeigt gegenüber den typischen Messwerten im schweizerischen Mittelland (ca. 100 nSv/h) doppelt so hohe Werte. Dies ist auf die erhöhten und natürlich vorkommenden Uran-, Thorium- und Kaliumkonzentrationen (Abbildung 2 und Abbildung 3) im alpinen Gestein zurückzuführen.

Die beobachteten Variationen innerhalb des Messgebietes sind auf Einflüsse der Geologie, der Wasserläufe, Schnee- und Gletscherfelder sowie auf die Vegetation zurückzuführen. Zudem beeinflusst auch die Topographie die Messung, da der Abstand des Detektors zum Gelände je nach Hangneigung variiert. Schliesslich werden ODL-Messwerte auch von der kosmischen Strahlung beeinflusst, die von der Flughöhe abhängig ist.

Erklärung: Topographieeffekt

Berghänge haben einen Einfluss auf das Messsignal, da steil aufragende Bergflanken im Vergleich zum Talboden näher am Messgerät liegen. Dadurch kommt es zu Fehlinterpretationen der Auswertesoftware, welche die berechneten Werte für die Ortsdosisleistung sowie die Radionuklidkonzentrationen überschätzen.



Das in Abbildung 4 dargestellte Energiespektrum der Region im hinteren Gerental / Pizzo Rotondo zeigt, dass die gemessene Radioaktivität natürlichen Ursprungs ist.

Gotthardmassiv

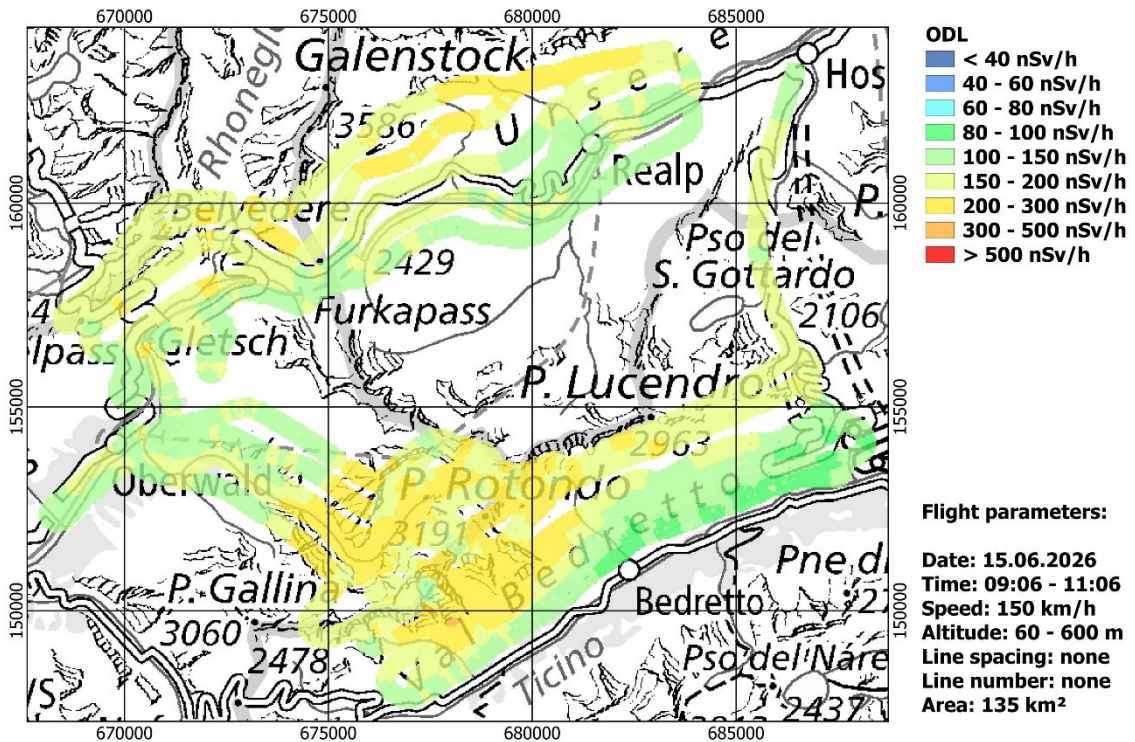


Abbildung 1: ODL-Karte des Gotthardmassivs.

Gotthardmassiv

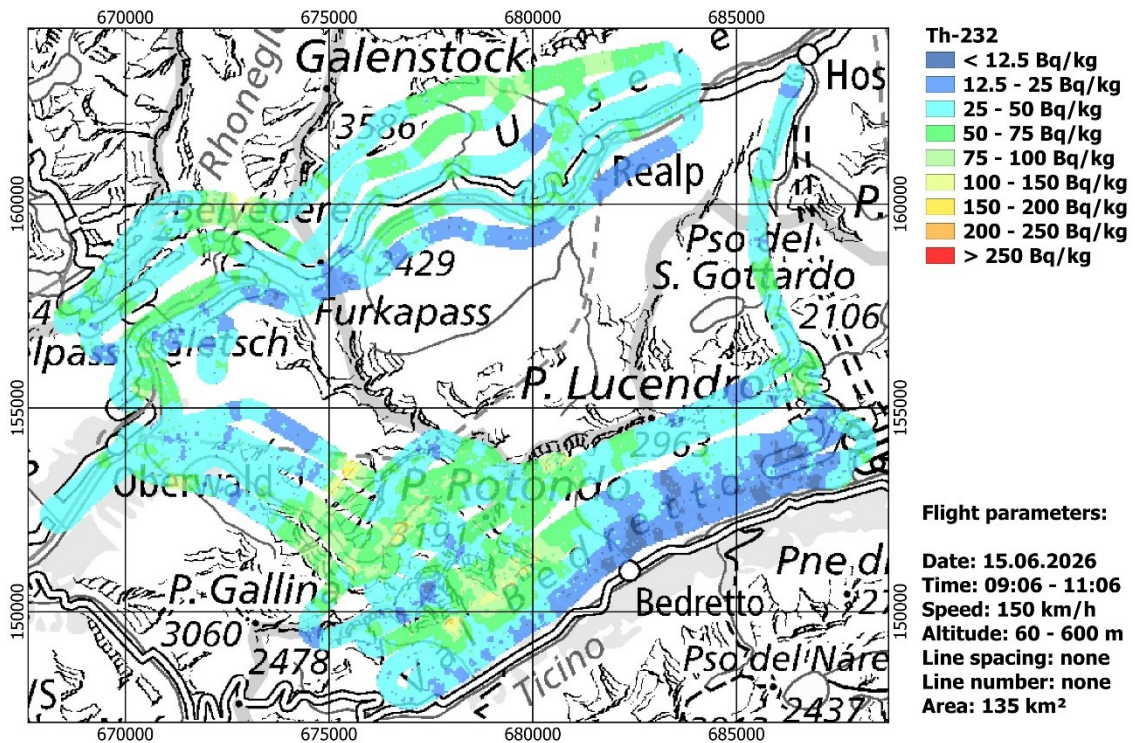


Abbildung 2: Th-232 Karte des Gotthardmassivs.

Gotthardmassiv

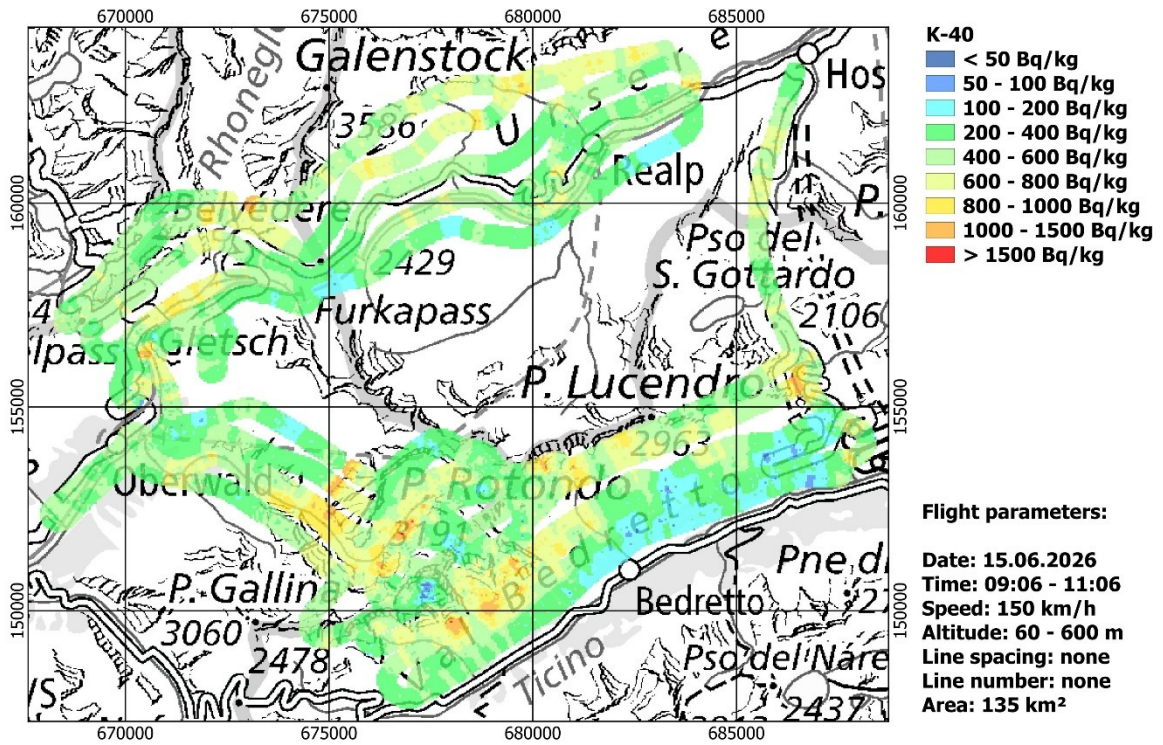


Abbildung 3: K-40 Karte des Gotthardmassivs.

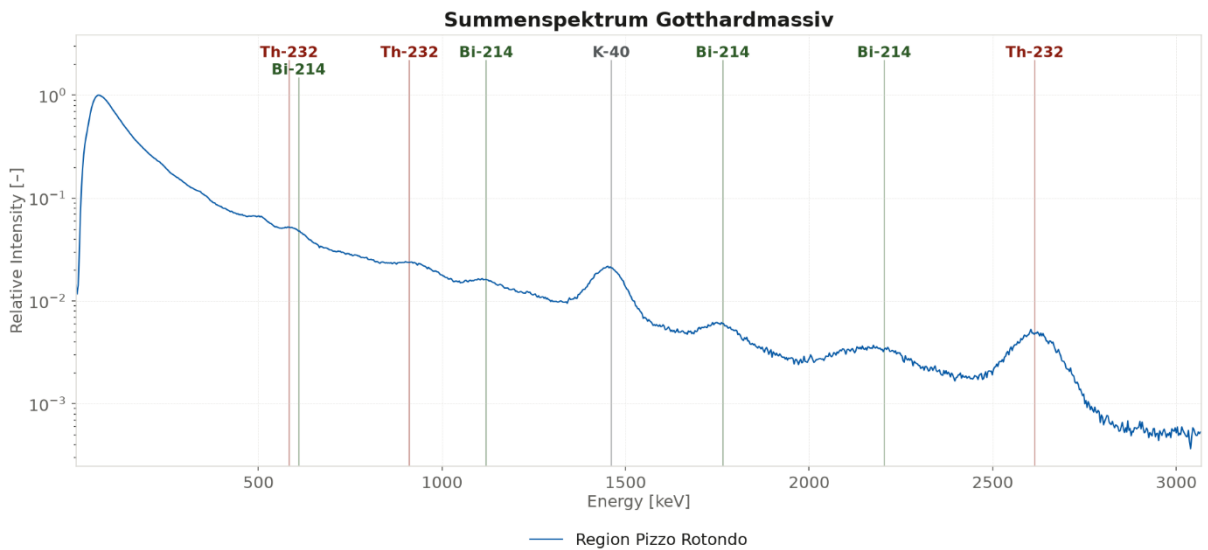


Abbildung 4: Energiespektrum der Messungen im hinteren Gerental / Pizzo Rotondo. Bi-214 ist ein kurzlebige Zerfallsprodukt von Uran-238.

3.1.3 Gotthardmassiv: MMGC-Verhältnis oder die Suche nach künstlichen Radionukliden

In der Karte in Abbildung 5 wird das Verhältnis vom niederenergetischen zum hochenergetischen Anteil des Strahlenspektrums dargestellt. Weil die künstlich erzeugten Radioisotope meist γ -Strahlung niedriger Energie aussenden, entspricht dieses Verhältnis ungefähr demjenigen von künstlicher zu natürlicher Strahlung und wird als «Man made gross count (MMGC)» bezeichnet. Auf dem Messgebiet wurde vornehmlich im nordöstlichen Teil des Val Bedretto ein erhöhtes MMGC-Verhältnis festgestellt, welches auf künstliche Radionuklide hindeutet. Die Analyse des Energiespektrums (Abbildung 6) in diesem Gebiet zeigt im Vergleich zu einem Referenzspektrum ohne künstliche Radionuklide, dass in diesem Gebiet Cs-137 vorkommt. Diese stammt aus der eingangs erwähnten Katastrophe 1986 in Tschernobyl.

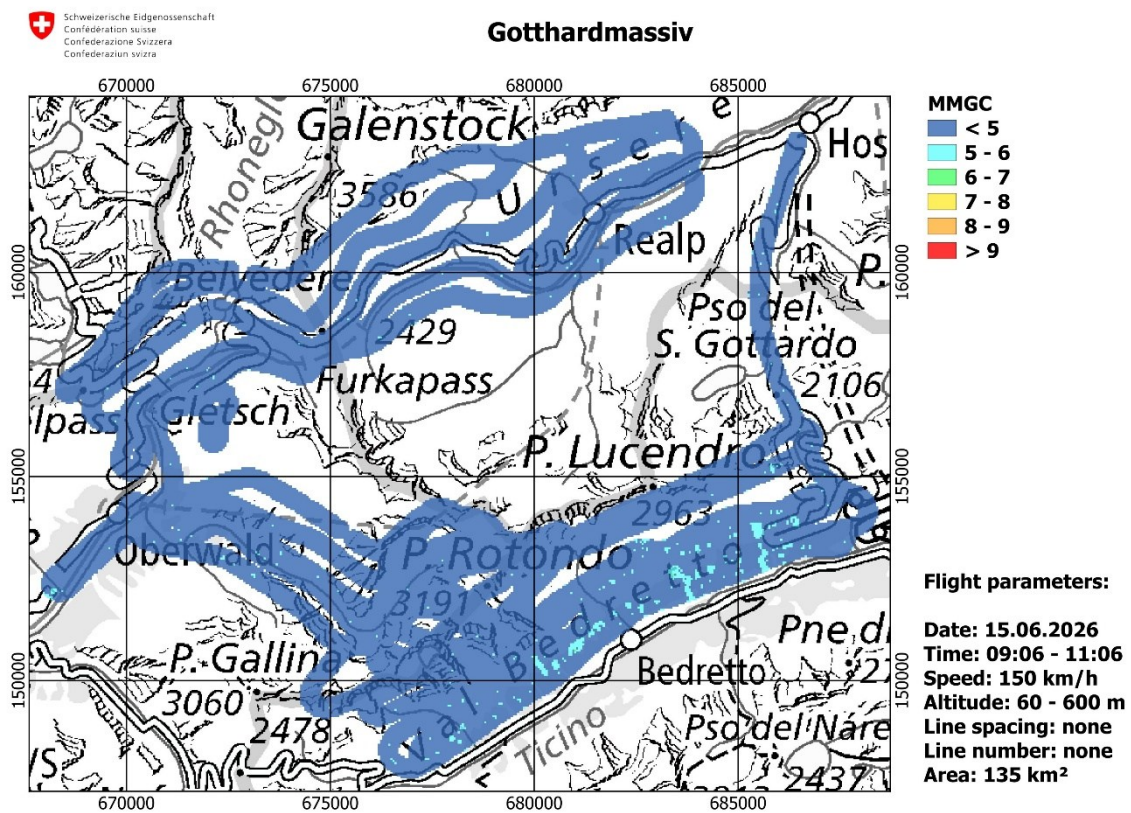


Abbildung 5: MMGC-Karte des Gotthardmassivs.

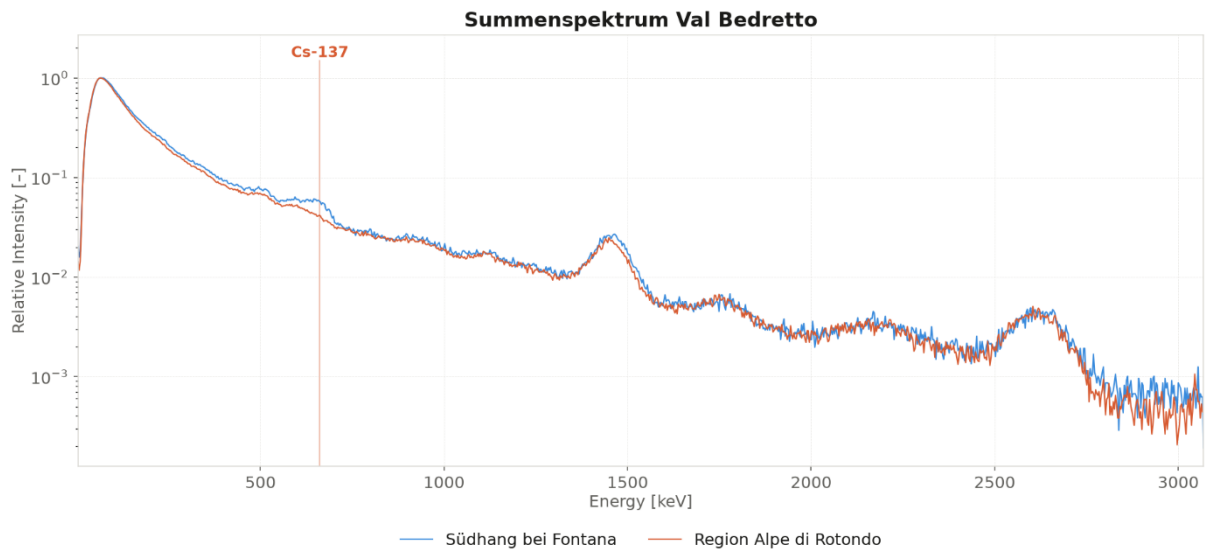


Abbildung 6: Energiespektrum der Messungen im nordöstlichen Val Bedretto (blaue Linie), mit leicht erhöhtem Cs-137-Peak bei 661 keV. Die rote Linie zeigt das Energiespektrum eines nahegelegenen, wenig betroffenen Gebietes als Vergleich.

3.1.4 Surselva: Angaben zum Messflug

Datum / Zeit:	15.06.2026, 13:08 – 15:01 h	Flugdauer:	1 h 53 min
Fluglinien:	Manuell, ad-hoc	Fluggebiet:	340 km ²
Flughöhe über Grund:	60 – 600 m		

3.1.5 Surselva: Ortsdosisleistung und nuklidspezifische Konzentrationen natürlicher Radionuklide

Die Karte der Ortsdosisleistung (ODL) in Abbildung 7 zeigt gegenüber den typischen Messwerten im schweizerischen Mittelland wiederum erhöhte Werte. Dies ist auch in diesem Gebiet auf die erhöhten und natürlich vorkommenden Uran-, Thorium- und Kaliumkonzentrationen (Abbildung 8 und Abbildung 9/Abbildung 3) im alpinen Gestein und teilweise auch auf den Einfluss der Topographie zurückzuführen. Zudem können, wie bereits erwähnt, erhöhte ODL-Messwerte auch von der Flughöhe (kosmische Strahlung) stammen.

Die Unterbrechung der Messung beim Lag da Pigniu ist geländebedingt. Am nördlichen Ende des Sees gibt es eine grosse Felswand, welche beim Überflug zu einem instantanen und signifikanten Anstieg in der Flughöhe über Grund geführt hat. Die dort erfassten Messwerte konnten nicht korrekt höhenkompensiert werden.

Surselva

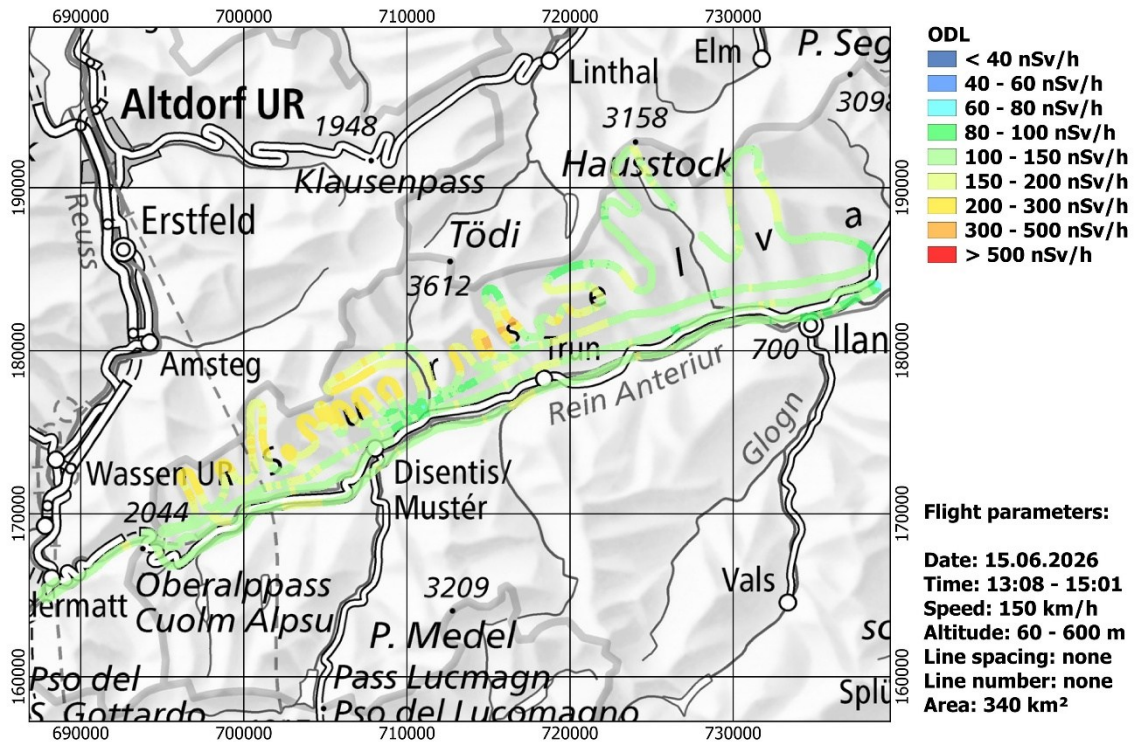


Abbildung 7: ODL-Karte der Surselva.

Surselva

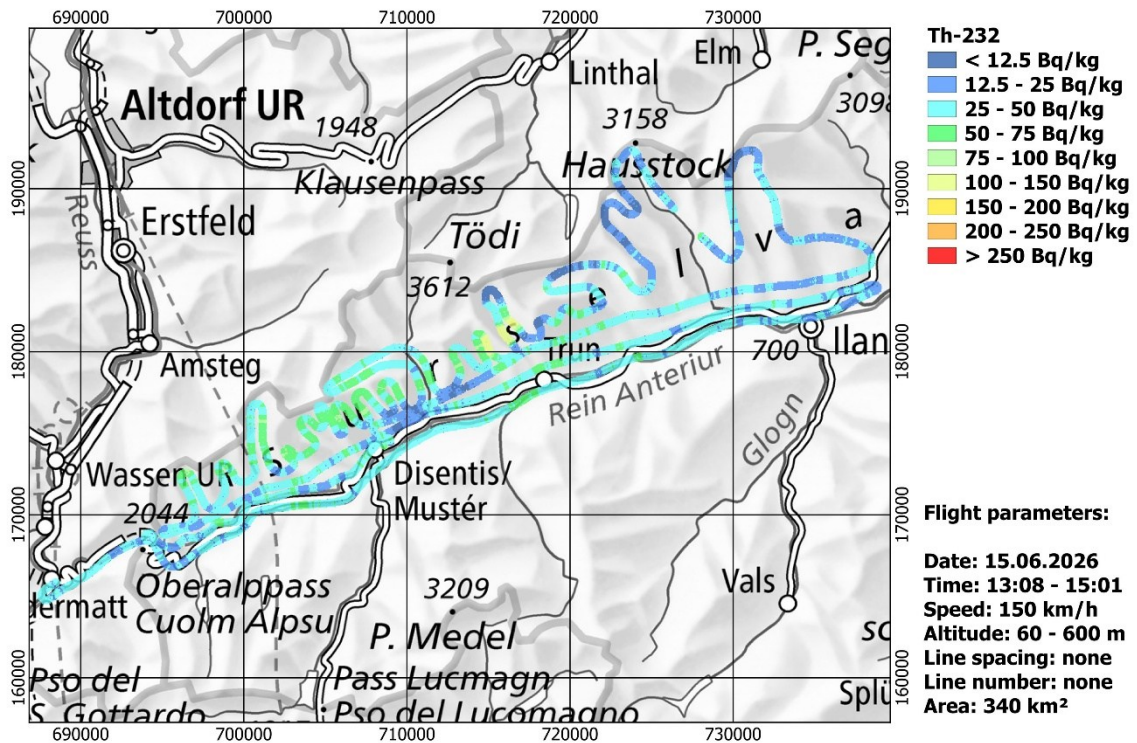


Abbildung 8: Th-232 Karte der Surselva.

Surselva

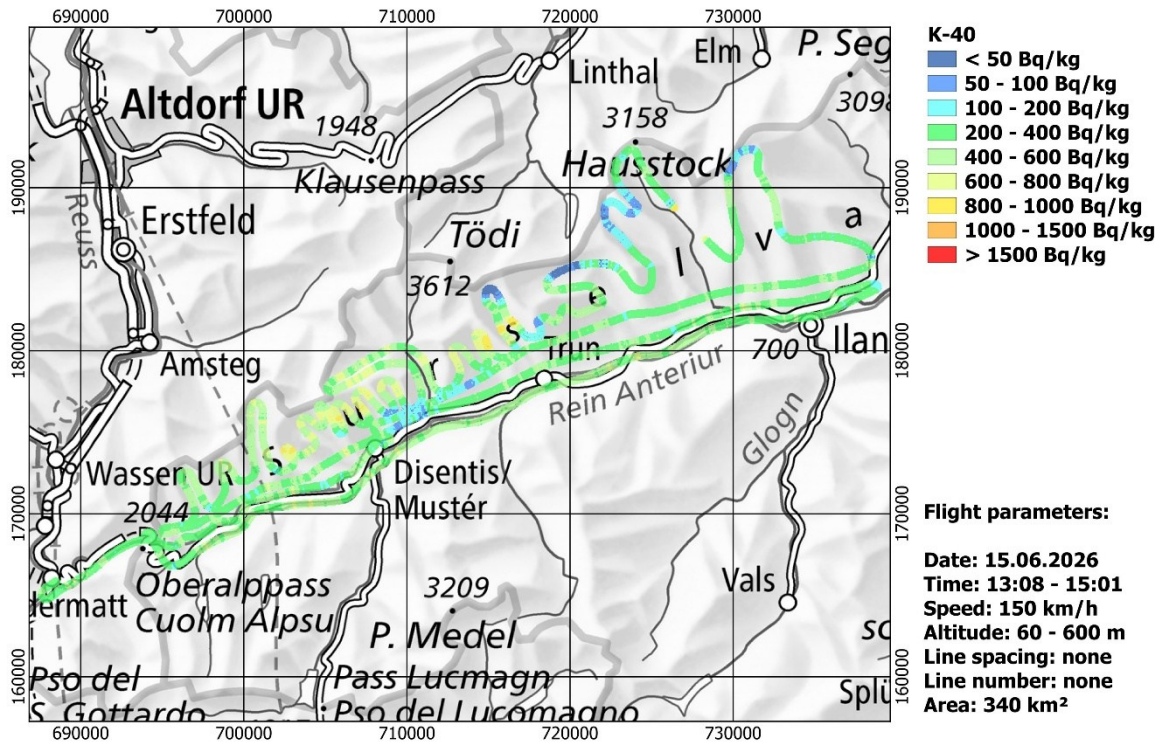


Abbildung 9: K-40 Karte der Surselva.

3.1.6 Surselva: MMGC-Verhältnis oder die Suche nach künstlichen Radionukliden

Wie erwartet zeigt die MMGC-Verhältniskarte (Abbildung 10) in diesem Messgebiet keine auffälligen Messwerte. Die radioaktiven Ablagerungen aufgrund der Tschernobyl-Katastrophe 1986 waren in diesem Gebiet nur gering.

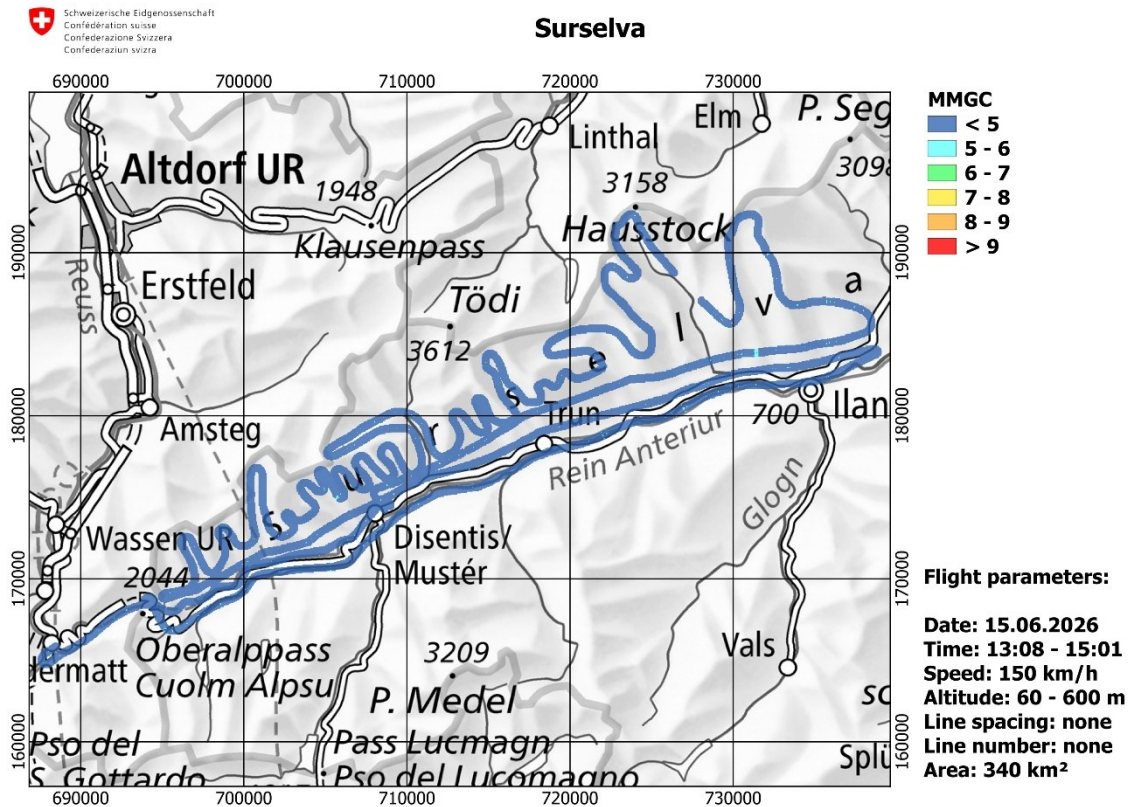


Abbildung 10: MMGC-Karte der Surselva.

3.1.7 Vergleich mit den historischen Messungen Ende 80er und Anfang 90er Jahre anhand der Thorium Karte

Der Vergleich mit den Resultaten aus den Messungen in den 80er und 90er Jahren zeigte eine klare Verbesserung in der Auflösung der Messungen. Dies dürfte insbesondere auf die besseren Positionierungsdaten dank GPS und auf die besseren Geländemodelle zur Topographiekorrektur zurückzuführen sein. Bei den Messungen Ende der 80er und anfangs 90er Jahre erfolgte die Positionierung mit Hilfe von Luftbildern und dem Abgleich mit analogen Karten.

In Abbildung 11 ist die Th-232-Karte aus den früheren Messkampagnen abgebildet, in Abbildung 12 jene aus den beiden Messungen vom 15.06.26.

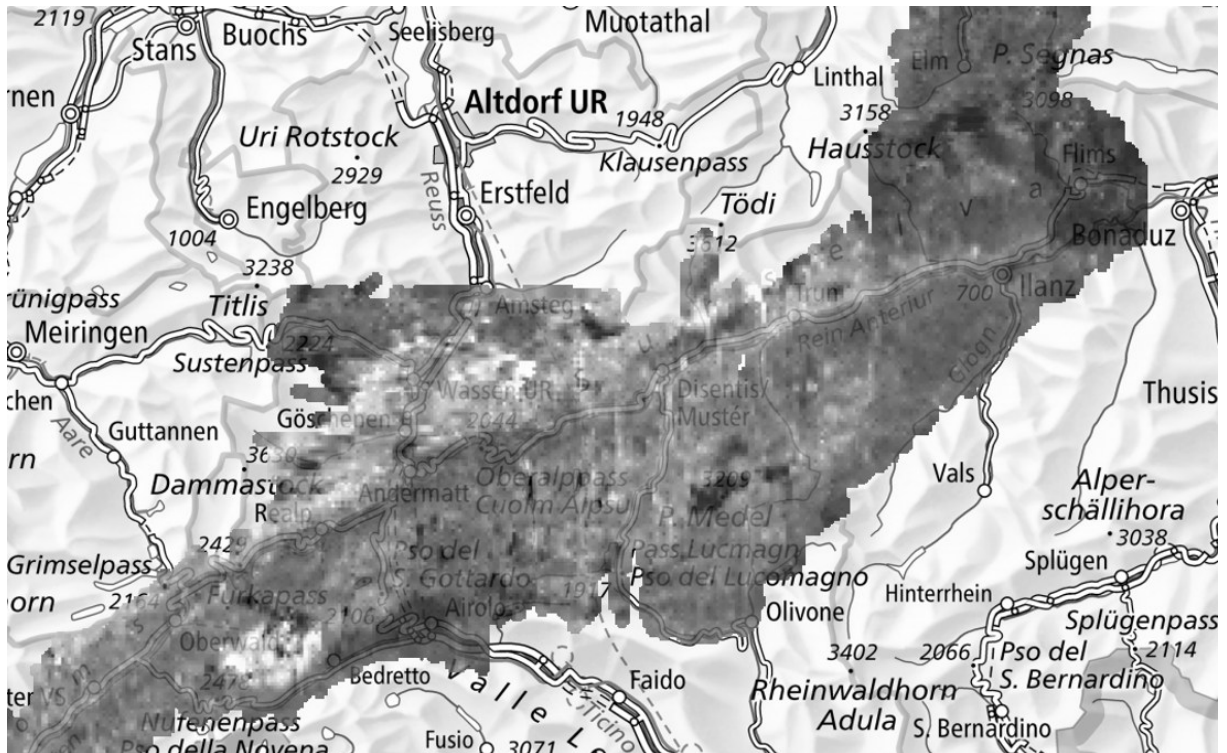


Abbildung 11: Th-232 Karte der 80/90er Jahre; schwarz → tiefe Werte, weiss → höhere Werte.

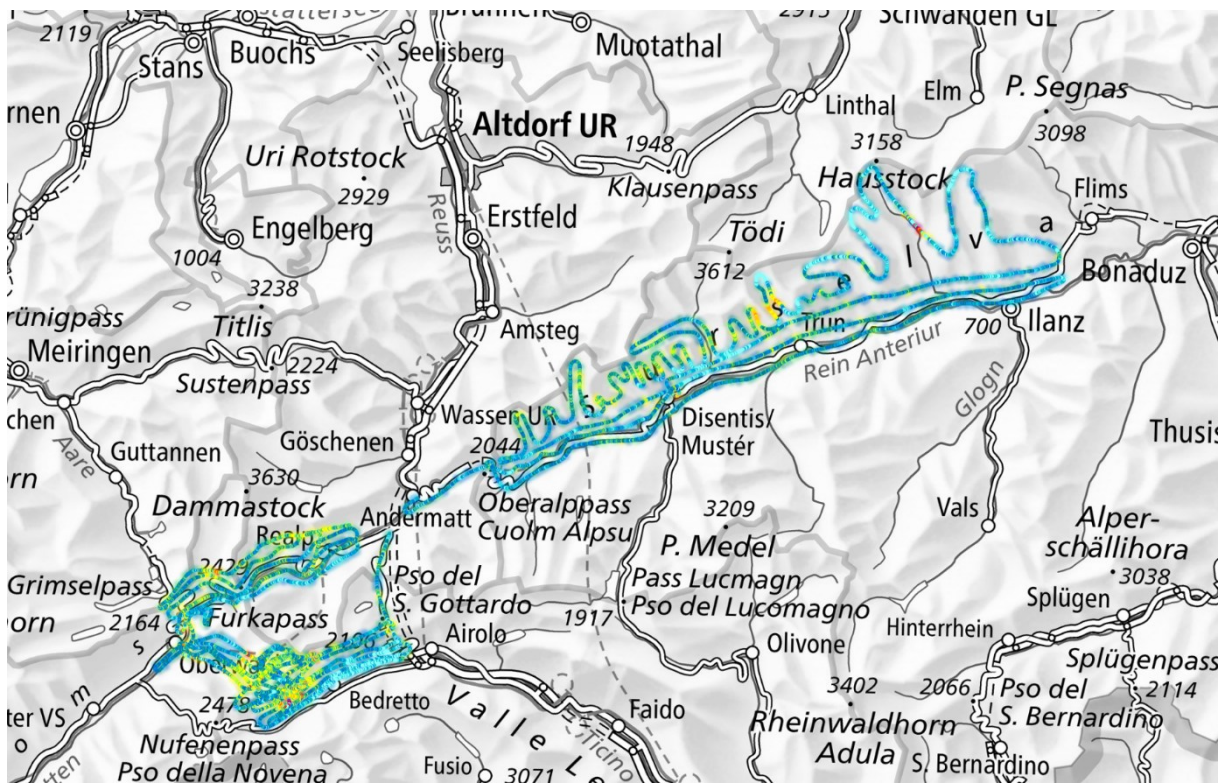


Abbildung 12: Th-232 Karte 2026; hellblau → tiefe Werte, gelb/orange → höhere Werte.

Baar - Wädenswil - Einsiedeln

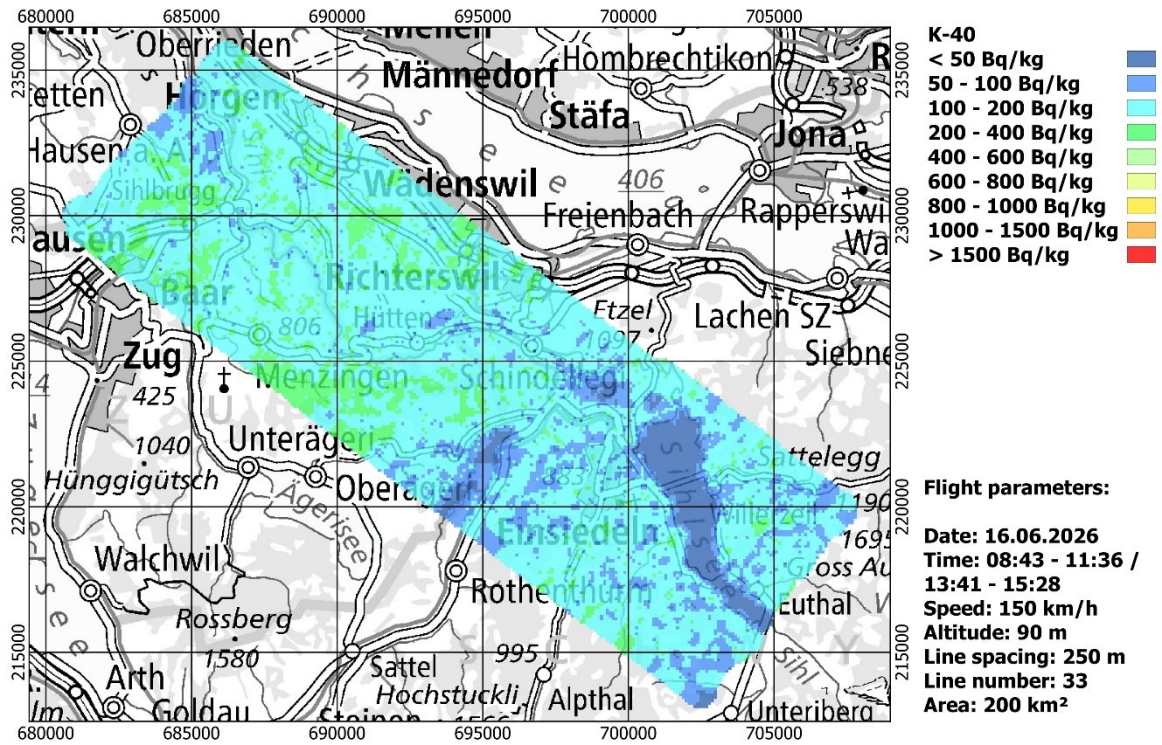


Abbildung 14: K-40 Karte im Gebiet «Baar – Wädenswil – Einsiedeln».

3.3 Standardmessprogramm um die Kernkraftwerke Leibstadt und Beznau sowie um das Paul Scherrer Institut und das ZWILAG

Turnusgemäss wurde dieses Jahr die Umgebung der Kernkraftwerke Leibstadt (KKL) und Beznau (KKB) und der Kernanlagen des Paul Scherrer Instituts (PSI) und ZWILAG aeroradiometrisch vermessen. Seit 2018 wurde dieses Messgebiet schrittweise etwas erweitert und umfasst nun auch einen grenznahen Streifen auf deutschem Boden, der im Auftrag der Deutsch-Schweizerischen Kommission (DSK) gemessen wird, sowie das Gebiet auf Schweizer Seite bis zur Landesgrenze bei Koblenz (AG), Rietheim (AG) und Rekingen (AG).

Das KKL sowie beide Blöcke des KKB waren in Betrieb. Die HIPA-Anlage (High Intensity Proton Accelerator) des PSI jedoch nicht, weshalb vom Areal des PSI keine Auffälligkeiten in den Messresultaten erwartet wurden.

3.3.1 KKL, KKB, PSI und ZWILAG: Angaben Messflüge

Datum / Zeit:	17.06.2026, 08:43 – 11:15 h	Flugdauer:	2 h 32 min
	17.06.2026, 13:42 – 14:33 h	Flugdauer:	51 min
Fluglinien:	55 Linien, Abstand 250 m	Fluggebiet:	165 km ²
Flughöhe über Grund:	90 m		

3.3.2 KKL, KKB, PSI und ZWILAG: Ortsdosisleistung

Ausserhalb des Betriebsareals der Nuklearanlagen:

Die Karte der Ortsdosisleistung (ODL) in Abbildung 15 zeigt keine Auffälligkeiten ausserhalb der Nuklearanlagen KKL, KKB, ZWILAG und PSI. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf Einflüsse der Geologie und Topographie, der Wasserläufe sowie auf die Vegetation zurückzuführen.

In der Umgebung von Mandach gibt es eine bekannte natürliche Thorium-Anomalie. Die Thoriumkonzentration im Boden liegt dort über dem Schweizer Durchschnitt. Der Beitrag der aus diesem Thorium stammenden Strahlung zur ODL ist sehr klein und auf der ODL-Karte (Abbildung 15) mit den verwendeten Farbabstufungen nicht zu erkennen. Weitere Untersuchungsergebnisse sind in den Abschnitten 3.3.4 und 3.4.2 zu finden.

Innerhalb des Betriebsareals der Nuklearanlagen:

Das KKL ist auf der Karte klar zu erkennen. Die Erhöhung der ODL direkt über dem KKL ist zu erwarten, da bei Siedewasserreaktoren Frischdampf mit Stickstoff N-16 aus dem Reaktor in das Maschinenhaus geleitet wird. Die Gammastrahlung des Stickstoffisotops N-16 kann somit unmittelbar über dem Maschinenhaus infolge geringerer Dachabschirmung aus der Luft gut detektiert werden. Aus dem Reaktor selber ist aufgrund der dicken Schutzhülle keine Gammastrahlung messbar. Vergleichbare Werte wurden bereits in den vergangenen Jahren beobachtet. Bei den anderen Nuklearanlagen sind keine Auffälligkeiten ersichtlich.

PSI, ZWILAG, KKB & KKL

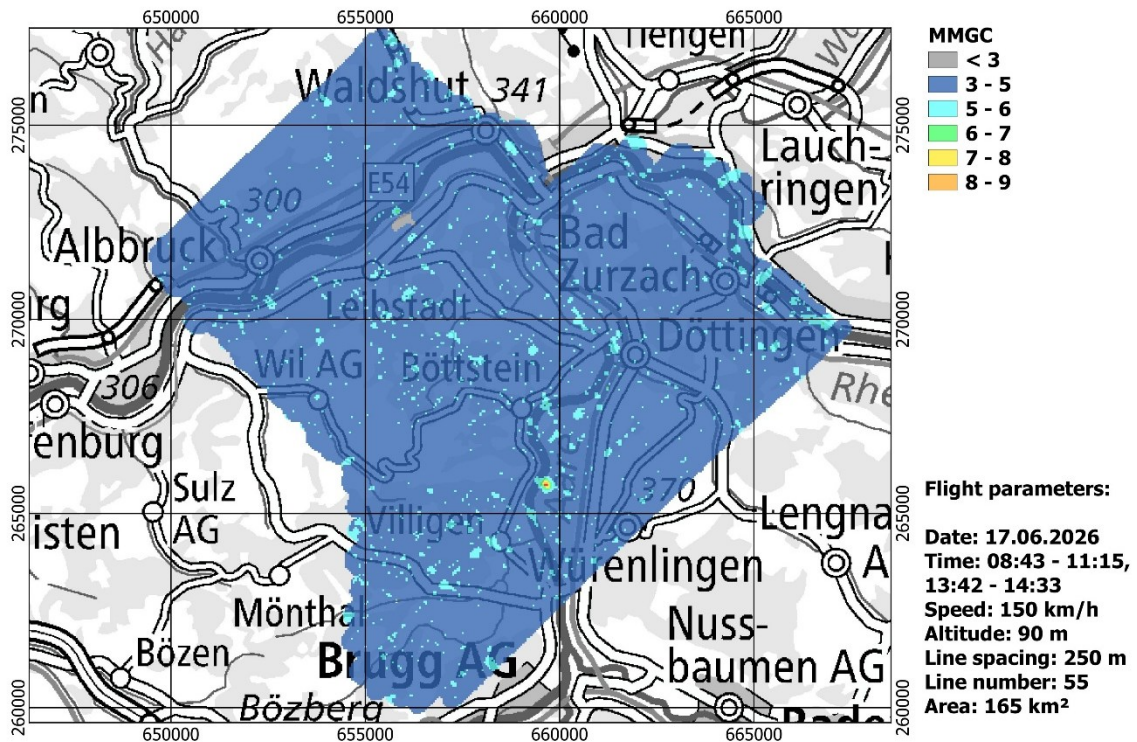


Abbildung 16: Karte des MMGC-Verhältnisses in der Umgebung der Kernanlagen KKB, KKL, PSI und ZWILAG.

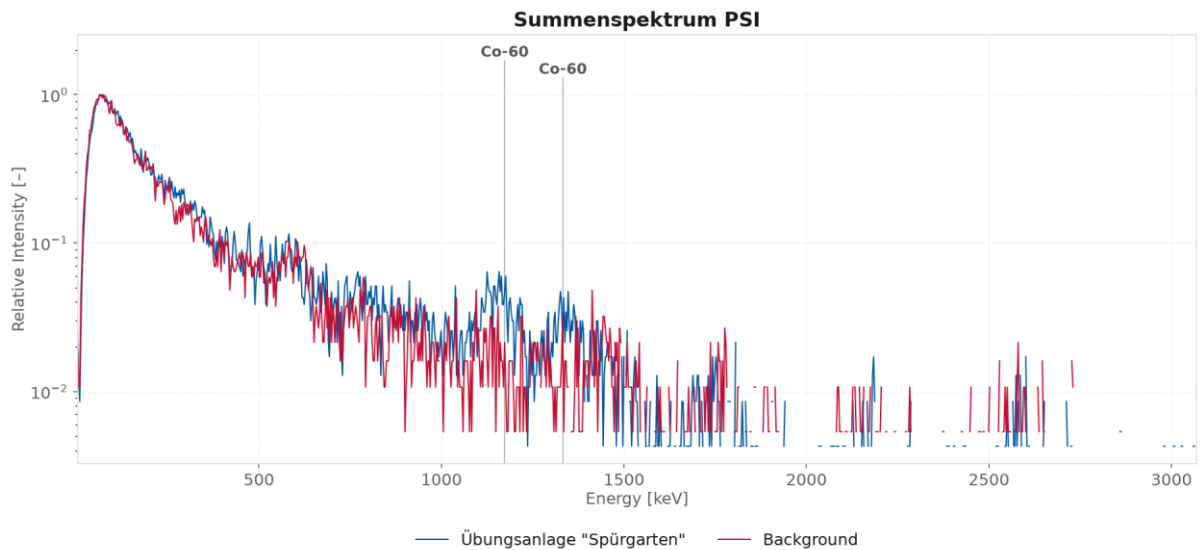


Abbildung 17: Energiespektrum der Messungen im PSI-Ost beim «Spürgarten» (blaue Linie), mit den leicht erhöhten Peaks bei 1173 und 1332 keV (Co-60). Die rote Linie zeigt das Energiespektrum eines typischen Gebietes in der Umgebung des PSI als Vergleich.

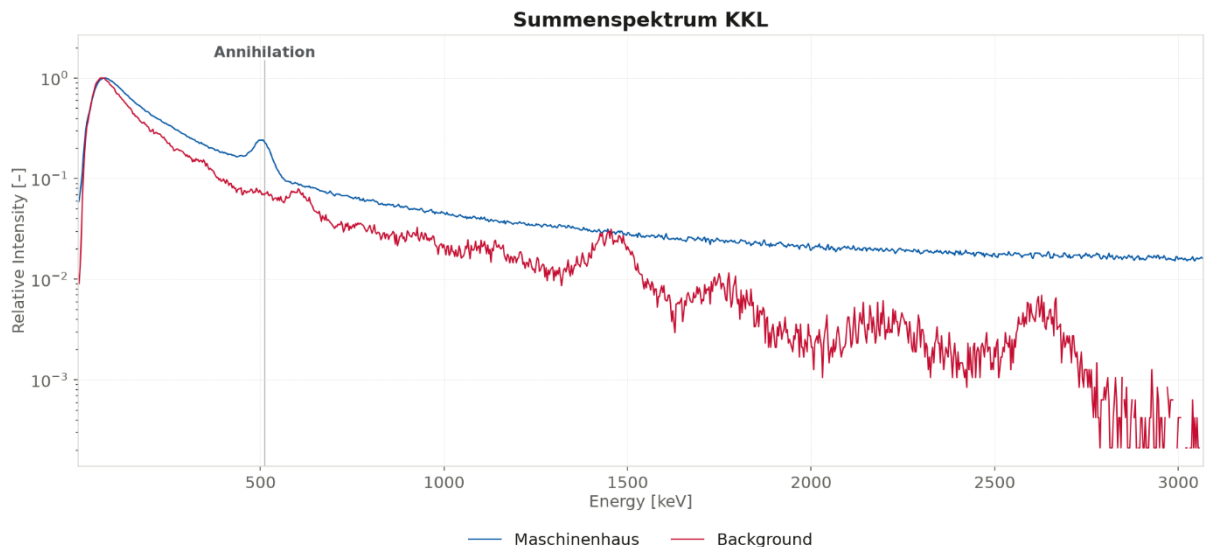


Abbildung 18: Energiespektrum der Messungen über dem Maschinenhaus des KKL (blaue Linie), mit dem klar erhöhten Untergrundspektrum und dem Annihilationspeak bei 511 keV. Die rote Linie zeigt das Energiespektrum eines typischen Gebietes in der Umgebung des KKL als Vergleich.

3.3.4 KKL, KKB, PSI und ZWILAG: Thorium-232

Das nuklidspezifische Signal des Thorium-Isotopes Th-232 ist auf der Karte in Abbildung 19 dargestellt. Die in Abschnitt 3.3.2 erwähnte natürliche Thorium-Anomalie führt zu den grünen Flecken in der Umgebung von Mandach, südwestlich von Böttstein. Typische Werte für die Th-232-Konzentration liegen in der Schweiz bei 20 bis 30 Bq/kg, in der Umgebung von Mandach werden Werte von bis zu 75 Bq/kg gemessen (vgl. Wissenschaftlicher Bericht: PSI Bericht Nr. 15- 02, ISSN 1019-0643, Seiten 8-11 und 20-23).

Der erhöhte Messwert beim KKL kommt in Wirklichkeit nicht durch den Zerfall von Th-232 zustande. Der in Abschnitt 3.3.2 erwähnte Zerfall von aktiviertem N-16 führt wie in Abschnitt 3.3.3 ausgeführt, im gesamten Energiespektrum zu einem Anstieg der Zählraten (Abbildung 18). Diese führt bei verschiedenen Radionukliden zu einer fiktiven Erhöhung der Messwerte, so auch bei Th-232.

PSI, ZWILAG, KKB & KKL

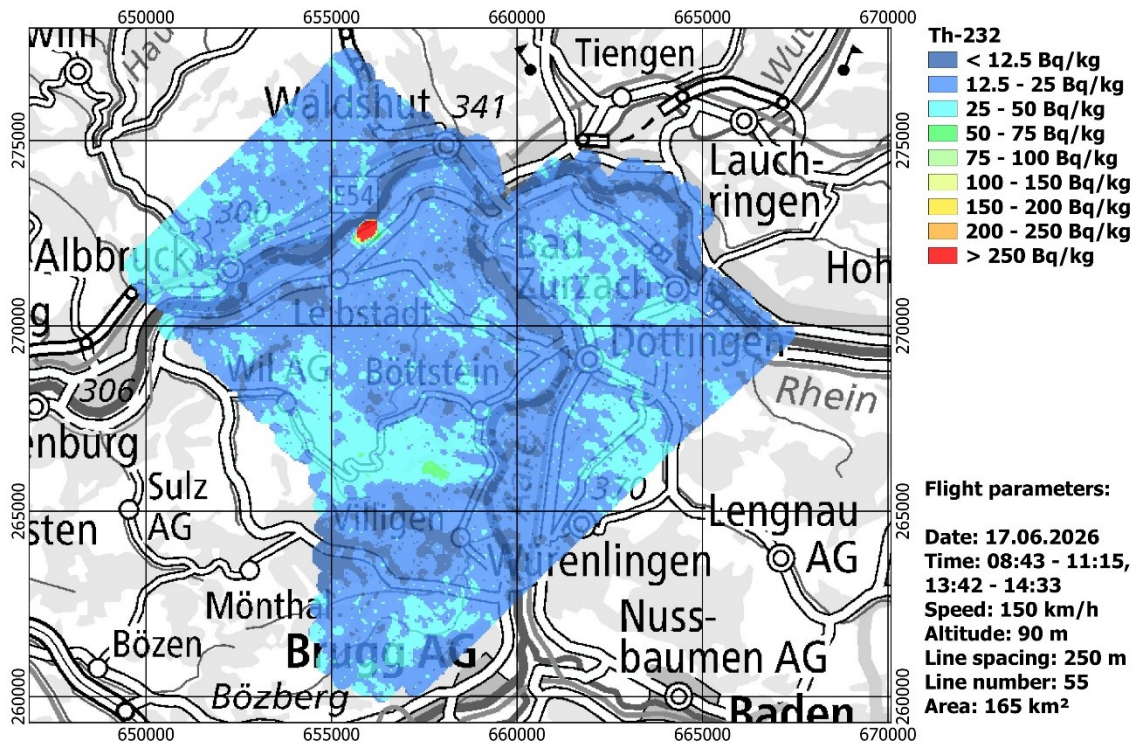


Abbildung 19: Th-232-Karte in der Umgebung der Kernanlagen KKB, KKL, PSI und ZWILAG.

3.4 Messflüge im Gebiet Mandach/Rotbergegg (AG) und Berg/Schwaderloh (TG)

3.4.1 Mandach/Rotbergegg und Berg/Schwaderloh: Angaben Messflüge

Mandach/Rotbergegg

Datum / Zeit: 17.06.2026, 14:45 – 15:01 h Flugdauer: 0 h 16 min
Fluglinien: 3 mal 4 Linien, Abstand 250 m Fluggebiet: 4 km²
Flughöhen: 2 mal 90 m über Grund und ein mal 740 m über Meer

Berg/Schwaderloh

Datum / Zeit: 18.06.2026, 13:43 – 14:47 h Flugdauer: 1 h 04 min
Fluglinien: 3 mal 9 Linien, Abstand 250 m Fluggebiet: 15 km²
Flughöhen: 2 mal 90 m über Grund und ein mal 710 m über Meer

3.4.2 Mandach/Rotbergegg und Berg/Schwaderloh: Höhenkorrektur

Die beiden Gebiete wurden ausgewählt, um den Algorithmus zur Höhenkorrektur zu überprüfen. Dazu wurden jeweils insgesamt drei Flüge durchgeführt: zwei Flüge mit konstanter Höhe über Grund (90 m, PH, AGL Above Ground Level) sowie ein Flug mit konstanter Höhe über Meer (PZ, MSL Mean Sea Level). Bei den zwei Flügen mit konstanter Höhe über Grund geht es darum, die Reproduzierbarkeit der Messwerte zu überprüfen. Anschliessend wurden die Messergebnisse der beiden Flugmodi verglichen. Die Resultate zeigen eine sehr gute Übereinstimmung bei Flughöhen unterhalb von 200 Metern über Boden. Grössere Abweichungen entstehen erst ab Flughöhen über 300 Metern über Boden.

AGL vs. MSL: Relative Abweichung der ODL

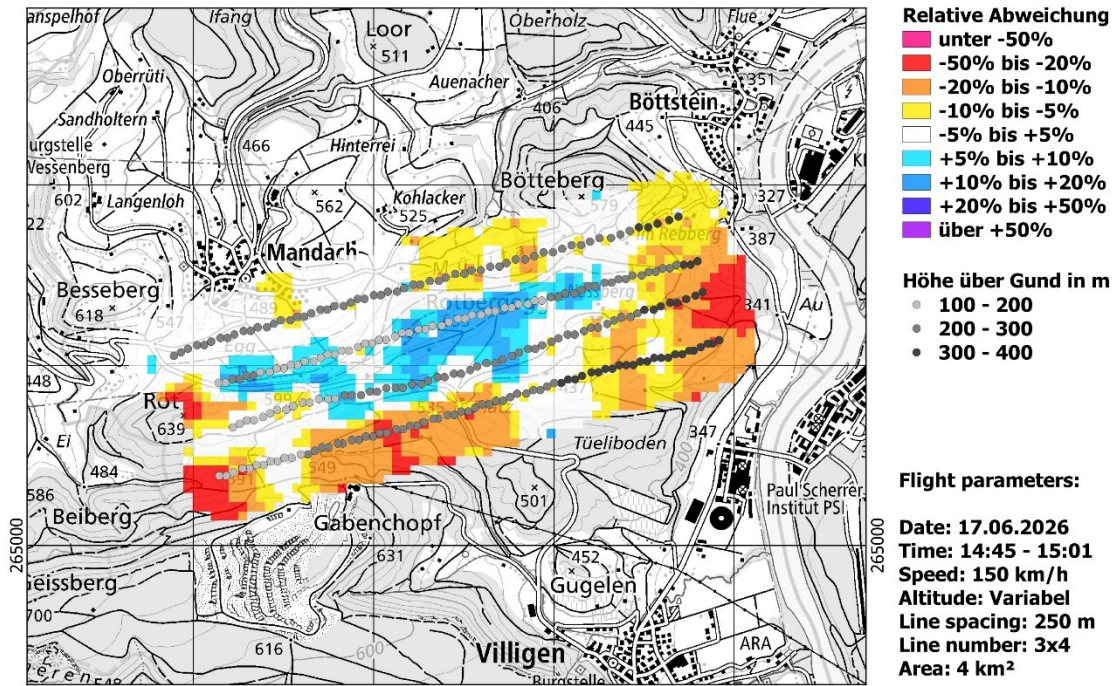


Abbildung 20: Prozentuale ODL-Messabweichung der beiden Flugmodi im Gebiet Mandach/Rotbergegg.

AGL vs. MSL: Relative Abweichung der ODL

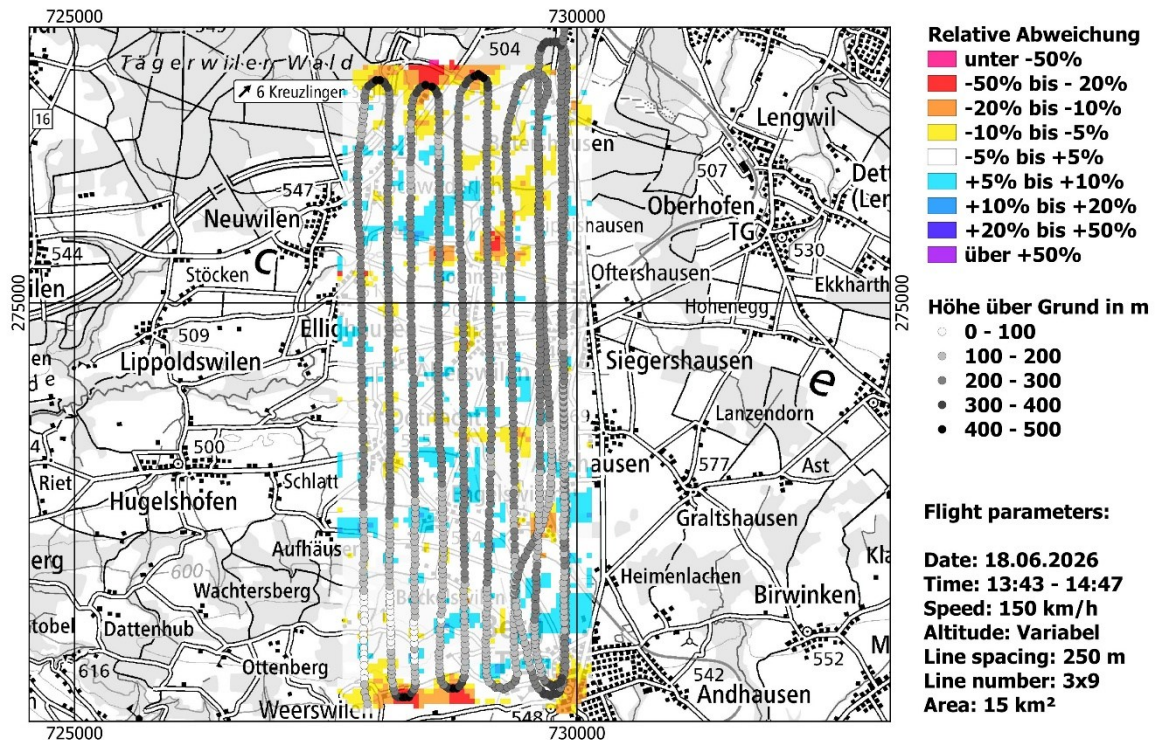


Abbildung 21: Prozentuale ODL-Messabweichung der beiden Flugmodi im Gebiet Berg/Schwaderloh.

3.4.3 Mandach/Rotbergegg: Thorium-Anomalie

Zudem bot der detaillierte Messflug im Gebiet Mandach/Rotbergegg die Möglichkeit, eine genauere Thorium Kartierung durchzuführen. In Abbildung 22 ist die erhöhte Thorium Konzentration klar zu erkennen. Wie bereits in Abschnitt 3.3.4 beschrieben liegen die typischen Werte für die Th-232-Konzentration in der Schweiz bei 20 bis 30 Bq/kg, im Gebiet Rotbergegg erreichen sie Werte von über 70 Bq/kg.

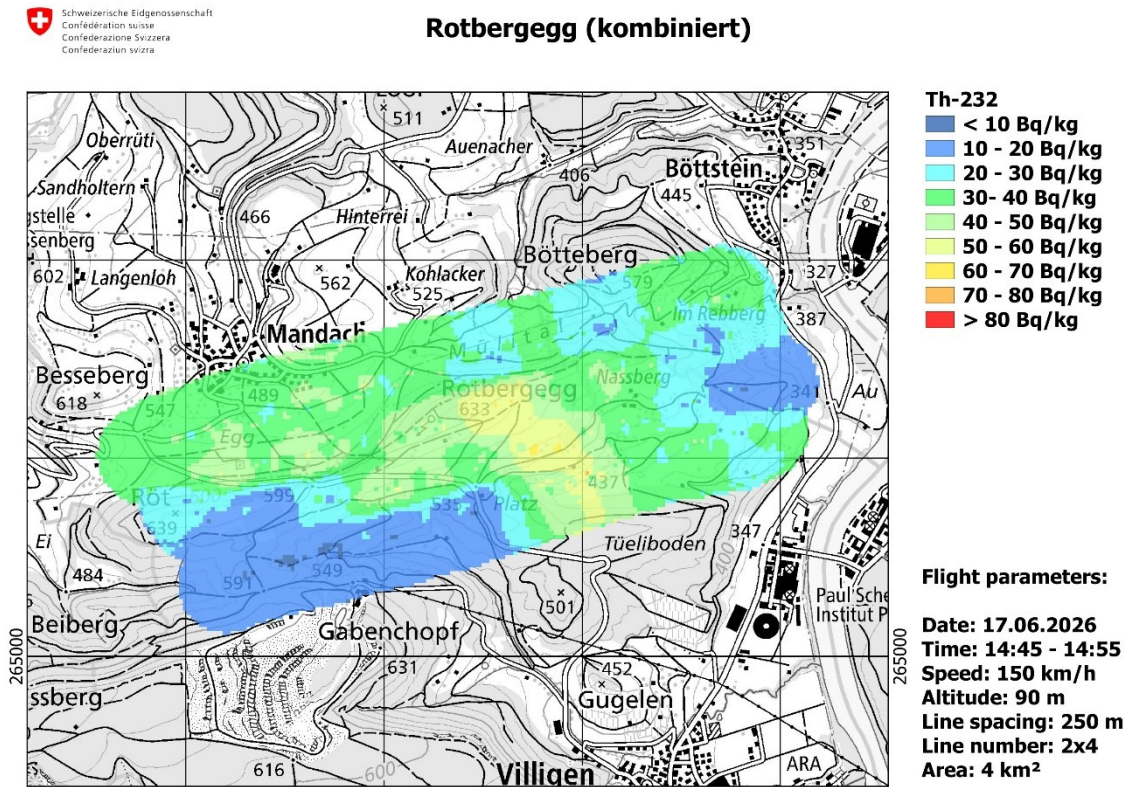


Abbildung 22: Th-232-Karte für die Region Mandach/Rotbergegg. Hinweis: die Farbskala wurde gegenüber den anderen Th-232 Karten verfeinert.

3.5 Messtechnisch interessanter Flug um den Berg «Chrüz» im Prättigau (GR)

Alpine Gebiete mit grossen Höhenunterschieden und starkem Gefälle stellen besondere Anforderungen an das messtechnische Vorgehen und die Beurteilung aeroradiometrischer Messdaten. Um im Ereignisfall Kontaminationen insbesondere von landwirtschaftlich genutzten Flächen wie Alpwiesen erkennen zu können, wird die flugtechnische Machbarkeit verschiedener Messstrategien getestet und deren Einfluss auf die Qualität der Messergebnisse überprüft. 2023 wurde in diesem Gebiet eine Messstrategie verfolgt, welche bestmöglich dem Verlauf der Höhenlinien folgte. In diesem Jahr wird nun dasselbe Gebiet mit der Standardstrategie (parallele Messlinien) überflogen, um die Resultate zu vergleichen.

3.5.1 «Chrüz» im Gebiet Prättigau (GR): Angaben zum Messflug

Datum / Zeit:	18.06.2026, 08:59 – 10:05 h	Flugdauer:	1 h 06 min
Fluglinien:	21 Linien, Abstand 250 m	Fluggebiet:	45 km ²
Flughöhe über Grund:	90 m		

Der Flug wurde anhand der vorprogrammierten parallelen Fluglinien geflogen. Die Fluglinien sind als braune Punkte in der Karte in Abbildung 23 eingezeichnet.

Zum Vergleich sind in Abbildung 24 die Fluglinien der Messkampagne 2023 ersichtlich.

Chrüz

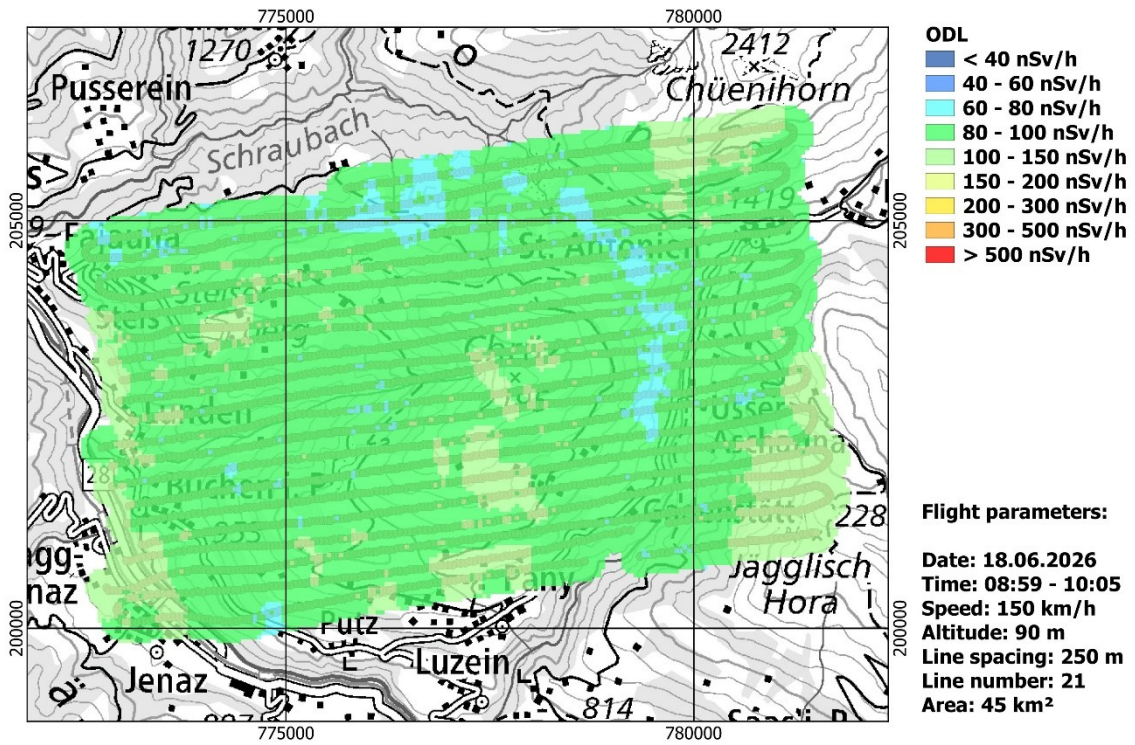


Abbildung 23: ODL-Karte und Fluglinie (hellbraune Linie) 2026

Chrüz

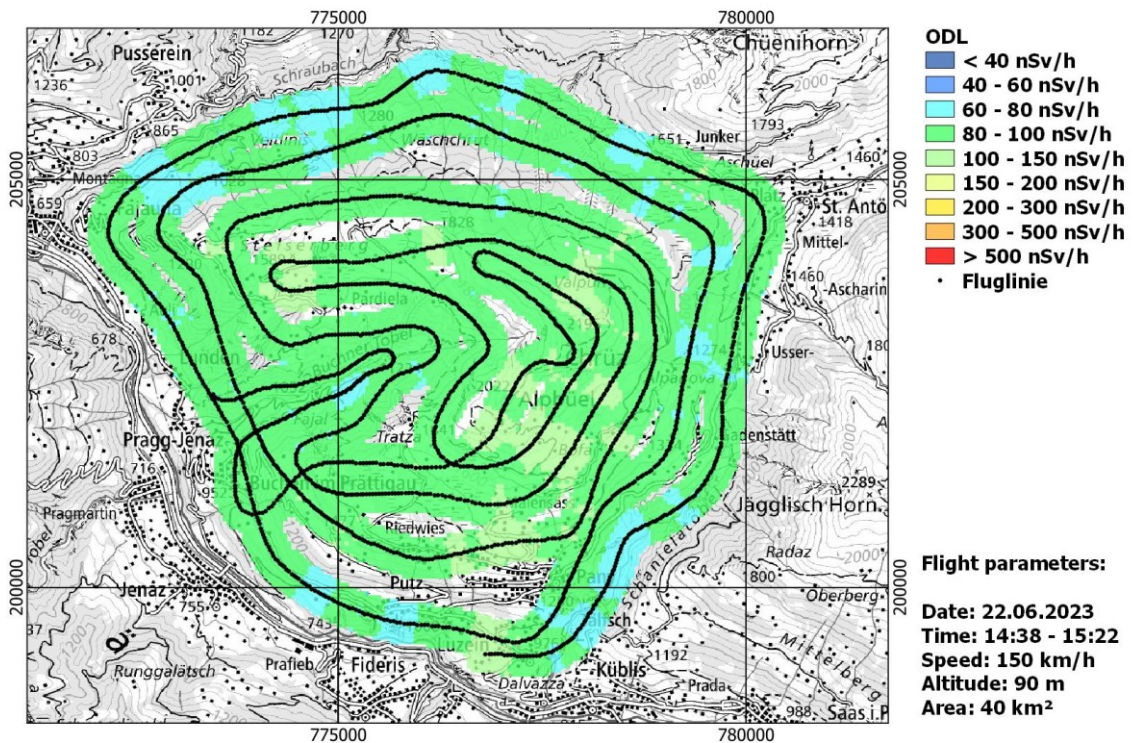


Abbildung 24: ODL-Karte und Fluglinie (schwarze Linie) 2023

3.5.2 «Chrüz» im Gebiet Prättigau (GR): Ortsdosisleistung

Die Messresultate beider Ansätze stimmen insgesamt gut überein (Abbildung 25 und Abbildung 26) und sind miteinander vergleichbar. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zwischen den beiden Messflügen ein Zeitraum von zwei Jahren liegt und die erfassten Flächen nicht vollständig identisch sind. Aus flugtechnischer Sicht hat sich die Messstrategie entlang der topographischen Höhenlinien als zweckmässiger erwiesen. Die Vermessung mittels paralleler Linien ist insbesondere in anspruchsvollem Gelände sehr herausfordernd und kann die Leistungsgrenzen des Helikopters erreichen. Eine mögliche Optimierung besteht darin, primär entlang der Höhenlinien zu fliegen und in Bereichen mit einem Linienabstand von mehr als 250 m zusätzliche Messlinien vorzusehen.

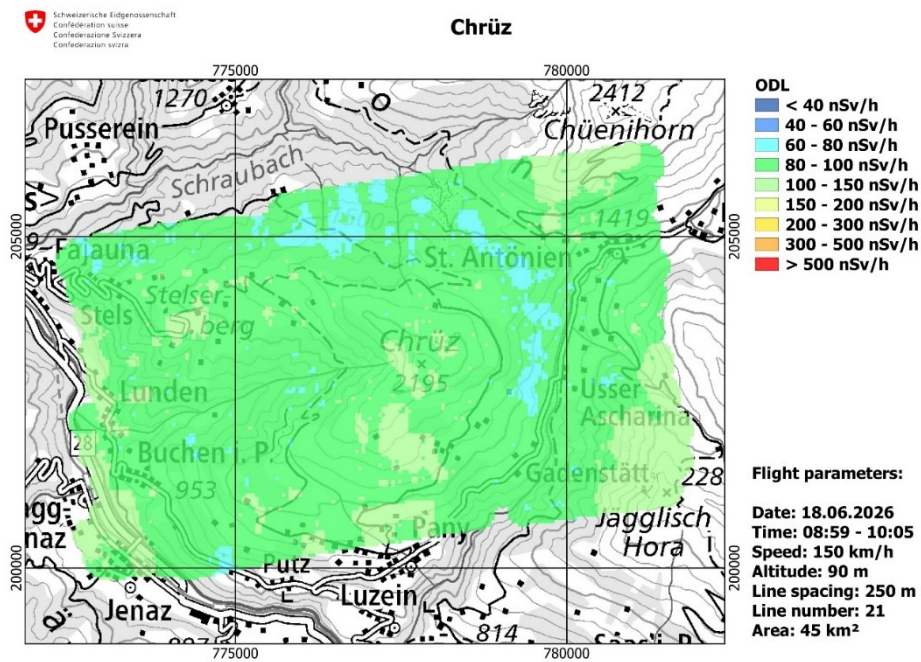


Abbildung 25: ODL-Karte 2026

Chrüz

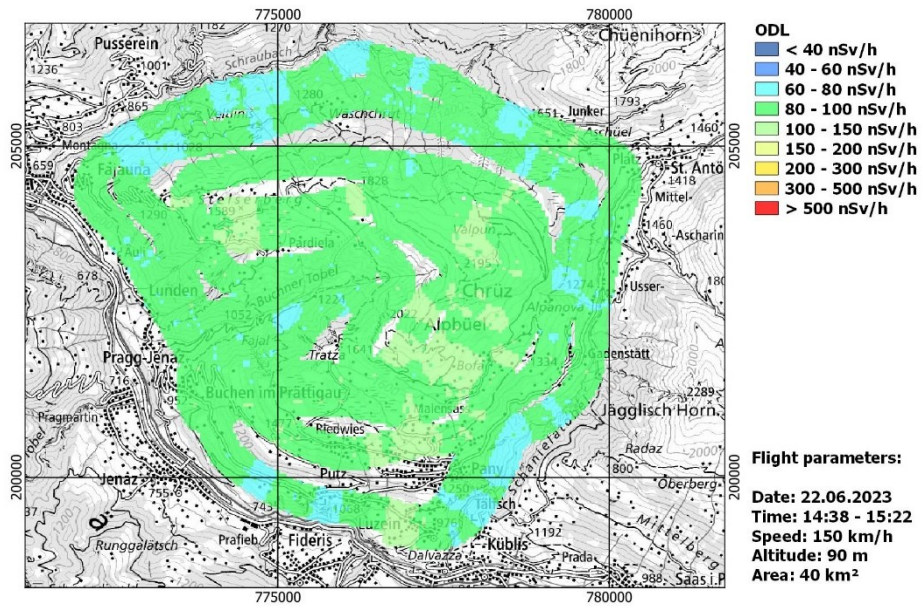


Abbildung 26: ODL-Karte 2023

4 Erkenntnisse

- Die Ziele der Aeroradiometrie-Messwoche 2026 wurden erreicht. Alle geplanten Messgebiete konnten erfolgreich und wie vorgesehen vermessen werden.
- Die Vermessung des Gebiets Gotthard stellte aufgrund der anspruchsvollen Topographie, der Hindernisse in den Tälern sowie der grossen Höhenlage eine besondere Herausforderung dar. Im Vorfeld war unklar, welche Teilgebiete unter den gegebenen Bedingungen tatsächlich vermessen werden können. Dank der günstigen Wetterlage, der verfügbaren Flugzeit sowie der flexiblen Einsatzplanung konnten sowohl das Gebiet mit Priorität 1 als auch das Gebiet mit Priorität 2 erfolgreich vermessen werden.
- Ein wichtiges Ziel der diesjährigen Kampagne war auch der Vergleich zweier Messarten. In einem Fall wird wie üblich mit einer konstanten Höhe über Grund das Gebiet ausgemessen und im anderen Fall mit einer fix definierten Höhe über Meer. Die in zwei Gebieten durchgeführten Vergleichsmessungen ergaben ein positives Resultat: Sie zeigen eine sehr gute Übereinstimmung bei Flughöhen unterhalb von 200 Metern über Boden. Grössere Abweichungen entstehen erst ab Flughöhen über 300 Metern über Boden.
- Ein weiteres Ziel war der Vergleich der Messstrategien «Flug entlang der topographischen Höhenlinien» und «Flug in parallelen Linien». Die Messresultate beider Ansätze stimmen insgesamt gut überein und sind miteinander vergleichbar. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zwischen den beiden Messflügen ein Zeitraum von zwei Jahren liegt und die erfassten Flächen nicht vollständig identisch sind. Aus flugtechnischer Sicht hat sich die Messstrategie entlang der topographischen Höhenlinien als zweckmässiger erwiesen. Die Vermessung mittels paralleler Linien ist insbesondere in anspruchsvollem Gelände sehr herausfordernd und kann die Leistungsgrenzen des Helikopters erreichen. Eine mögliche Optimierung besteht darin, primär entlang der Höhenlinien zu fliegen und in Bereichen mit einem Linienabstand von mehr als 250 m zusätzliche Messlinien vorzusehen.
- Erstmals wurde ein Auswertungs- und Unterstützungsteam (Front Office) mit Reserveoperatoren an einen externen Standort verlegt. Das Team unterstützte vor Ort die Missionsplanung und Auswertung der Messdaten und wurde nach Abschluss der Einsätze wieder nach Dübendorf zurückgefliegen. Die Erprobung dieser Einsatzart während der Messmission «Gotthardmassiv/Surselva» mit einem Vor-Ort-Team in Andermatt hat gezeigt, dass die erforderliche Infrastruktur und die notwendigen Mittel für eine wirksame Vor-Ort-Unterstützung des operativen Teams vorhanden sind.
- Hinsichtlich der Missionsplanung hat sich gezeigt, dass möglichst lange Fluglinien nicht zwingend zielführend sind. Lange Messlinien stellen sowohl für die Piloten als auch für die Operatoren eine Herausforderung dar und erschweren das Aufrechterhalten der Konzentration über die gesamte Missionsdauer. Zudem ist es in topographisch und flugtechnisch anspruchsvollen Gebieten wichtig, die Messziele und Anforderungen frühzeitig mit den Piloten zu besprechen. Die Optimierung der Flugstrategie liegt in deren Verantwortung und sollte nach Möglichkeit bereits während der Missionsplanung und nicht erst im Rahmen des Briefings kurz vor dem Flug erfolgen.
- Dank eines zusätzlichen Vorbereitungstages konnten sich die Operatoren sorgfältig einarbeiten und vorbereiten. Die Missionsberichte wurden fristgerecht und in guter Qualität erstellt. Zudem wurde bewusst Zeit in die Missionsdebriefings investiert, wodurch Erkenntnisse systematisch erfasst werden konnten. Im Hinblick auf den geplanten Midlife-Werterhalt des Aeroradiometriesystems konnten zahlreiche Verbesserungsvorschläge und identifizierte Softwarefehler dokumentiert werden.

- Für Detailauswertungen und die Erarbeitung von Erkenntnissen erwies sich die Expertise des Paul Scherrer Instituts sowie des Kompetenzzentrums ABC-KAMIR als sehr wertvoll. Dank dieser Zusammenarbeit konnte das ARM-Team viel lernen und ihre Prozesse weiter optimieren. Die Einsatzdokumentation wurde entsprechend aktualisiert. Die Kampagne hat einmal mehr bestätigt, dass die enge Zusammenarbeit und das gebündelte Fachwissen aller Beteiligten einen wesentlichen Erfolgsfaktor darstellen.
- Wie bereits in den vergangenen Jahren hat es sich auch in diesem Jahr bewährt, die zweite Konsole im Hangar aufzustellen. Dies ermöglichte es den Operateuren am Boden, zusätzliche Funktionen des Systems kennenzulernen, Abläufe zu trainieren und ihre Systemkenntnisse zu vertiefen.
- Der Ausbildungs- und Trainingsstand der Messspezialisten, Techniker und Piloten der Aeroradiometrie-Equipe ist hoch.

Anhang A: Aeroradiometrie allgemein

Wie funktioniert die Aeroradiometrie?

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

Auswertung aeroradiometrischer Daten

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

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:

1. MMGC-Ratio: Dabei wird das Verhältnis vom tieferenergetischen zum hochenergetischen Anteil des Spektrums gebildet. Weil die künstlich erzeugten Radionuklide meist nur γ -Strahlung niedriger Energie aussenden, entspricht dieses Verhältnis ungefähr dem Verhältnis von künstlicher zu natürlicher Strahlung.
2. Abschätzung der Ortsdosisleistung: Die Summe der Produkte von Zählrate und Kanalenergie über alle Kanäle des Energiespektrums ist proportional zur Dosisleistung am Ort des Detektors. Von dieser Dosisleistung wird der Detektoruntergrund (ca. 2 nSv/h) und die Dosisleistung aus der kosmischen Strahlung (gemessen über einen speziellen Zählkanal für hochenergetische Photonen) abgezogen, was die terrestrische Dosisleistung am Ort des Detektors ergibt. Über eine exponentielle Korrektur von der Flughöhe auf einen Meter über Grund wird anschliessend die terrestrische Ortsdosisleistung berechnet. Die Abschätzung der gesamten Ortsdosisleistung erfolgt durch Addition der kosmischen Dosisleistung in einem Meter über Grund, welche über die kosmische Höhenformel berechnet wird.

Bei der Interpretation von aeroradiometrischen Karten ist zu beachten, dass die Messungen aus der Luft immer einen Mittelwert über ein Gebiet von 300 m x 300 m (90'000 m²) für eine Flughöhe von 90 m über Boden darstellen. Zum Vergleich: Bodenmessungen decken nur eine Fläche von rund 80 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 PSI wird die durch die Beschleunigeranlage induzierte Streustrahlung (PSI-West) resp. die Strahlung von radioaktiven Abfällen (Bundeszwischenlager) am Standort (PSI-Ost) erfasst.

Bei Siedewasserreaktoren (KKM und KKL) gelangt im Betrieb durch die Frischdampfleitung das Aktivierungsprodukt ¹⁶N ins Maschinenhaus. Da das Dach des Maschinenhauses vergleichsweise wenig abgeschirmt ist, wird Gammastrahlung des ¹⁶N aus der Luft gut detektiert. 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 wurde keine erhöhte künstliche Radioaktivität festgestellt, die nicht durch den Reaktorunfall in Tschernobyl oder die Kernwaffenversuche der sechziger Jahre erklärt werden kann. Der Aktivitätspegel in der Umgebung ist über die letzten 15 Jahre konstant geblieben.