



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

15.07.09

Messflüge 2009 vom 22.06. – 26.06.2009

Kurzbericht über die Aeroradiometriemessflüge
und Zusammenstellung der Resultate

Dieser Bericht ist unter www.naz.ch erhältlich.

Inhalt:

EINLEITUNG.....	4
ZUSAMMENFASSUNG.....	5
1. RESULTATE DER SUCHE MOBILER QUELLEN (MOBILE SOURCE).....	6
Beschreibung.....	6
Originalauftrag.....	6
Karte Flugroute.....	7
Dosisleistungskarte.....	8
MMGC-Karte.....	8
Caesium-Karte (137Cs).....	9
Cobalt-Karte (60Co).....	11
2. RESULTATE DER SUCHE NACH VERSTECKEN QUELLEN (HIDDEN SOURCE).....	13
Beschreibung.....	13
Originalauftrag.....	13
Karte Flugroute.....	14
Dosisleistungskarte.....	15
MMGC-Karte.....	16
Caesium-Karte (137Cs).....	17
Cobalt-Karte (60Co).....	18
3. RESULTATE DER UNTERGRUNDMESSUNG ÜBER DEM CHIEMSEE.....	20
Beschreibung.....	20
Originalauftrag.....	20
Karte Flugroute: Strecke A-B.....	21
Karte Flugroute: Strecke C-D.....	21
Strecke A-B: Höhe 90m (300 ft).....	22
Ortsdosisleistungskarte.....	22
GGMC-Karte.....	22
Caesium-Karte (137Cs) Kalium-Karte (40K).....	23
Thorium-Karte (232Th) Uran-Karte (238U).....	23
Strecke A-B: Höhe 305m (1000 ft).....	24
Ortsdosisleistungskarte.....	24
GGMC-Karte.....	24
Caesium-Karte (137Cs) Kalium-Karte (40K).....	25
Thorium-Karte (232Th) Uran-Karte (238U).....	25
Strecke A-B: Höhe 610m (2000 ft).....	26
Ortsdosisleistungskarte.....	26
GGMC-Karte.....	26
Caesium-Karte (137Cs) Kalium-Karte (40K).....	27
Thorium-Karte (232Th) Uran-Karte (238U).....	27
Strecke C-D: Höhe 100m (330 ft).....	28
Ortsdosisleistungskarte.....	28
GGMC-Karte.....	28
Caesium-Karte (137Cs) Kalium-Karte (40K).....	29
Thorium-Karte (232Th) Uran-Karte (238U).....	29
Durch den Helikopter erzeugte Hintergrundstrahlung.....	30

4. RADIOLOGISCHE KARTIERUNG EINER REFERENZFLÄCHE (NEUNBURG)	31
Beschreibung.....	31
Orginalauftrag.....	32
Karte Flugroute.....	32
Dosisleistungskarte.....	33
Thorium-Karte (232Th).....	33
Caesium-Karte (137Cs).....	34
Kalium-Karte (40K).....	34
Bismut-Karte (214Bi).....	35
5. RESULTAT MESSFLUG KKM	36
Dosisleistungskarte.....	36
Vergleich Dosisleistungs- und Kalium-Karte (in stark gestrecktem Massstab).....	37
MMGC-Karte.....	38
Caesium-Karte (137Cs).....	39
Andere Karten.....	39
6. RESULTAT MESSFLUG KKG	40
Dosisleistungskarte.....	40
Vergleich Dosisleistungs- und Kalium-Karte (in stark gestrecktem Massstab).....	41
MMGC-Karte.....	42
Caesium-Karte (137Cs).....	43
7. ERLÄUTERUNGEN ZU DEN AERORADIOMETRISCHEN KARTEN	44

Verteiler: Teilnehmer
NAZ (C NAZ, FBA, Zirkulation, Kdt Stab BR NAZ, C Sektion MO, Stab BR NAZ)
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 Dienstleistung des ARM-Teams der NAZ fand im Raum München statt. Auf Einladung des deutschen Bundesamtes für Strahlenschutz trafen sich die deutschen, französischen und schweizerischen Messequipes auf der Basis Oberschleissheim der deutschen Bundespolizei zur AGE09 (Aero Gammaspectrometry Exercise 2009).

Die Ziele dieser trinationalen Übung waren, die Zusammenarbeit zu proben, einen Erfahrungsaustausch der Piloten und ARM-Spezialisten zu ermöglichen und die Austauschbarkeit der Daten zu testen. Gemeinsame Übungen ermöglichen es, in einem Einsatzfall die Messhelikopter aller drei Staaten rasch gemeinsam einsetzen zu können. Die Übung in Deutschland war eine Fortsetzung der trinationalen Übung 2007, welche von der NAZ organisiert wurde und in der Schweiz stattfand.

Als Einsatzmittel kann die Aeroradiometrie ein Gebiet rasch und flächendeckend ausmessen, während Bodenmessungen nur punktuelle Resultate liefern. Das verwendete Messgerät besteht aus einem empfindlichen Detektor (16L-Nal-Kristall) mit einem Computerauswertesystem, das in einem Hubschrauber (Super Puma der Luftwaffe) installiert wird. Bei einer Fluggeschwindigkeit von ca. 100 km/h und mit 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.

Im jährlichen Pflichtprogramm der Abteilung Aeroradiometrie der Nationalen Alarmzentrale steht die routinemässige Erfassung der Umgebung der Kernanlagen. Im Auftrag des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorates (ENSI) wird die Umgebung der Kernanlagen überflogen und die radiologischen Werte werden erfasst. Jede Kernanlage wird im Zweijahresrhythmus ausgemessen. In diesem Jahr wurde turnusgemäss das Standardmessprogramm über den Kernkraftwerken Gösgen (KKG) und Mühleberg (KKM) absolviert.

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. Insbesondere möchten wir dem deutschen Bundesamt für Strahlenschutz und dem Flugdienst der Bundespolizei für die Organisation des interessanten viertägigen Messprogramms und für die ausgezeichnete Aufnahme unseren Dank aussprechen. Die ungünstige Wetterlage hat leider dazu geführt, dass Flüge am Dienstag und am Donnerstag gestrichen werden mussten. Das Organisationsteam hat mit grossem Elan und Flexibilität dafür gesorgt, dass trotzdem der allergrösste Teil des geplanten Programms durchgeführt werden konnte.



Zusammenfassung

Dieses Jahr wurde im Rahmen der jährlichen Aeroradiometriemesswoche ein zweiteiliges Programm absolviert: Den Grossteil der Woche beanspruchte die trinationale Übung Aero Gamma Spectrometry Exercise 2009 (AGE09). Dabei trainierten Messequipes aus Frankreich, Deutschland und der Schweiz gemeinsam im Raum München. Das Übungsprogramm umfasste die Suche nach mobilen Quellen, die Suche nach versteckten Quellen, Untergrundmessungen über Wasser, und die Kartierung einer Referenzfläche zum Vergleich der Systeme. Aus Witterungsgründen musste ein weiterer geplanter Übungsteil, das Abfliegen einzelner Sektoren durch jeweils einen Helikopter und das Zusammenfügen der Messdaten zu einer gemeinsamen Karte, entfallen.

Am letzten Tag der Messwoche wurde eine radiologische Kartierung der unmittelbaren Umgebung der kerntechnischen Anlagen von Gösgen und Mühleberg vorgenommen. Die Kartierung sämtlicher Schweizer Kernanlagen erfolgt im Zweijahresrhythmus im Auftrag des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats ENSI.

Die wichtigsten Ergebnisse der Messkampagne 2009 sind:

- Die von der Übungsleitung der AGE09 erwarteten Resultate konnten durch die Schweizer Equipe in kurzer Zeit und guter Qualität geliefert werden; das zeitgerechte Festlegen und präzise Abfliegen der Messroute sowie das Messen und Auswerten eines ausgewählten Gebietes durch die Messequipe haben gut funktioniert.
- Bei den Quellensuchflügen wurden die Lehren aus der Übung 07 (vgl. Bericht ARM 07) gezogen und erfolgreich umgesetzt. Mehrere versteckte Quellen konnten geortet werden, der Abwind des Hubschraubers führte allerdings dazu, dass eine Quelle verschoben wurde.
- Bei der Suche nach mobilen Quellen konnte eine Quelle von der Messcrew im Helikopter erkannt werden. Eine zweite Quelle konnte erst bei der Analyse der Daten nach dem Flug nachgewiesen werden. Das Messsystem eignet sich damit nur bedingt für das Aufspüren und Verfolgen einer Quelle.
- In der Umgebung der Kernkraftwerke Gösgen und Mühleberg wurden keine Ablagerungen von künstlichen Radionukliden festgestellt.

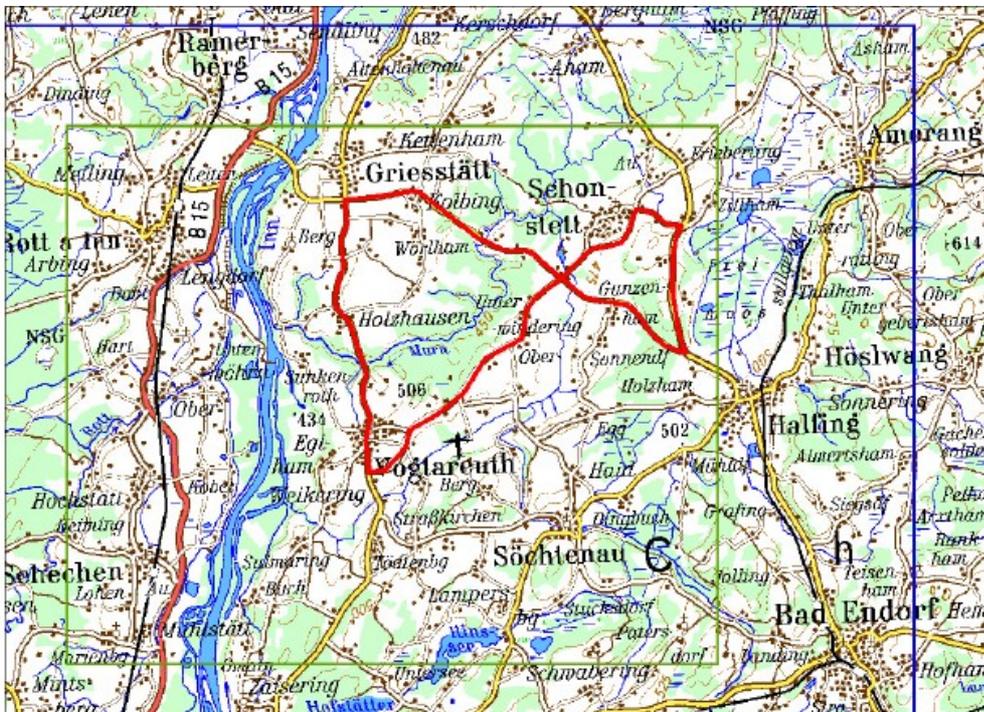
Zusammenfassend kann die Messwoche trotz des witterungsbedingt gekürzten Flugprogramms als Erfolg gelten. Das Aeroradiometrieteam konnte alle gestellten Aufgaben erfüllen. Es wurden weitere Erfahrungen zu verschiedenen Einsatzmöglichkeiten des Messmittels Aeroradiometrie gewonnen. Die Zusammenarbeit und die rasche Erhebung von Daten konnten seit 2007 klar verbessert werden. Der Ausbildungs- und Trainingsstand der Messspezialisten, Techniker und Piloten der Aeroradiometrie-equipe ist hoch.

1. Resultate der Suche mobiler Quellen (Mobile Source)

Datum:	22.06.2009
Fluglinien:	Abfliegen eines definierten Strassenabschnittes
Flugzeit:	45 min.
Fluggebiet:	Griesstätt – Vogtareuth - Schonstett
Flughöhe über Grund:	min. 100 m

Beschreibung

Die Aufgabe bestand darin, zwei sich bewegende Quellen aufzuspüren. Dabei handelte es sich um eine Co-60 respektive eine Cs-137 Quelle, welche jeweils in einem Fahrzeug transportiert wurden. Die Standortbestimmung wurde mittels der Spektren und den Angaben der Piloten durchgeführt. Eine nachträgliche Feinauswertung ermöglichte die Eruiierung der Nuklidart und die Quantifizierung der Aktivität.

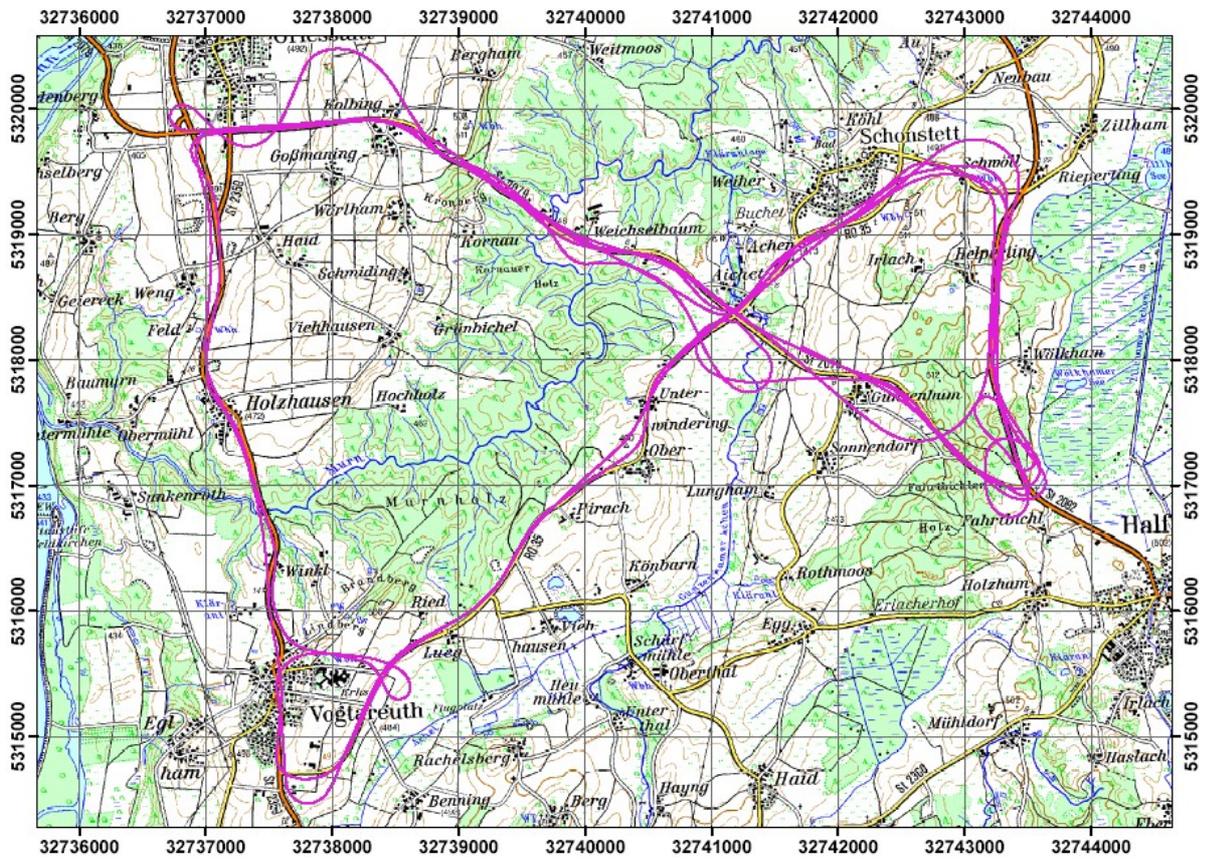


Originalauftrag

- Data evaluation:
- type and color of the two cars
 - activities of the two sources
 - flight trajectory against measurement time
 - geographical coordinates and measurement time of identification

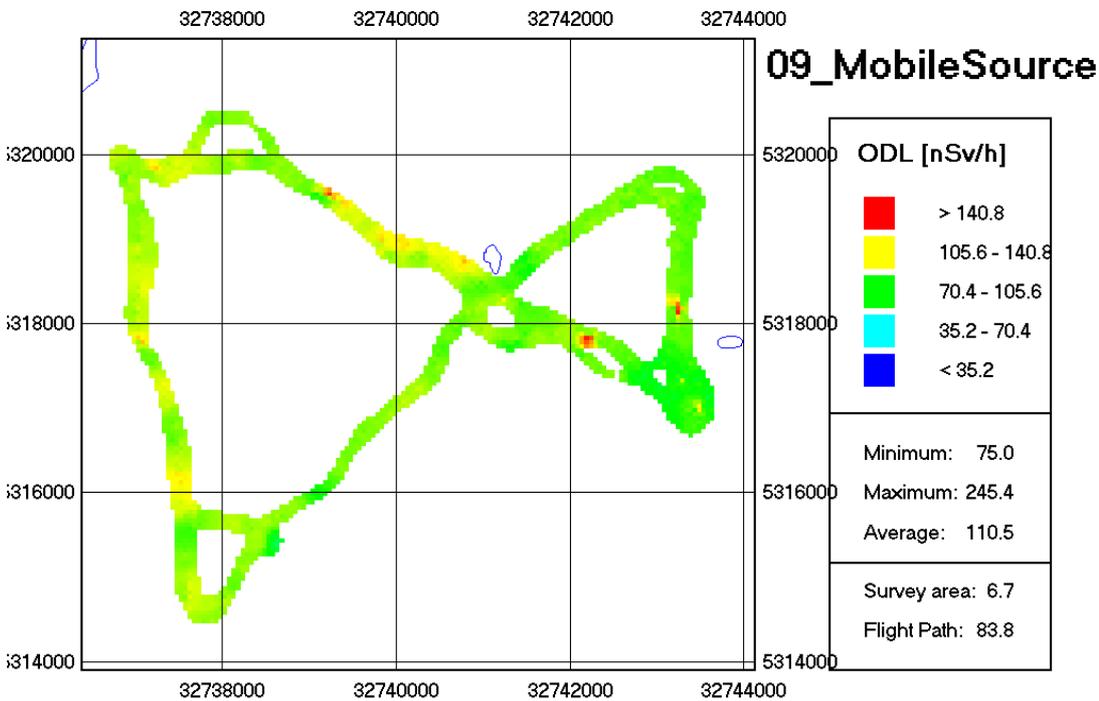
- Mapping:
- Map of the flight trajectory

Karte Flugroute



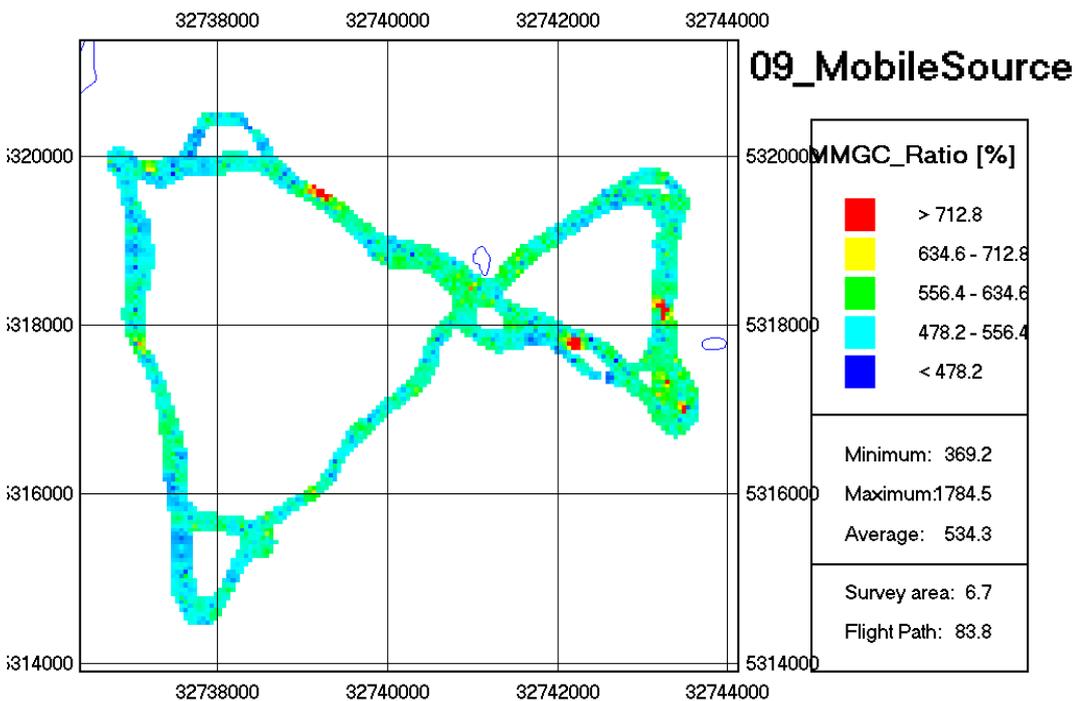
Dosisleistungskarte

Die Karte der ODL zeigt die Orte, an denen die mobilen Quellen am besten lokalisiert werden konnten.

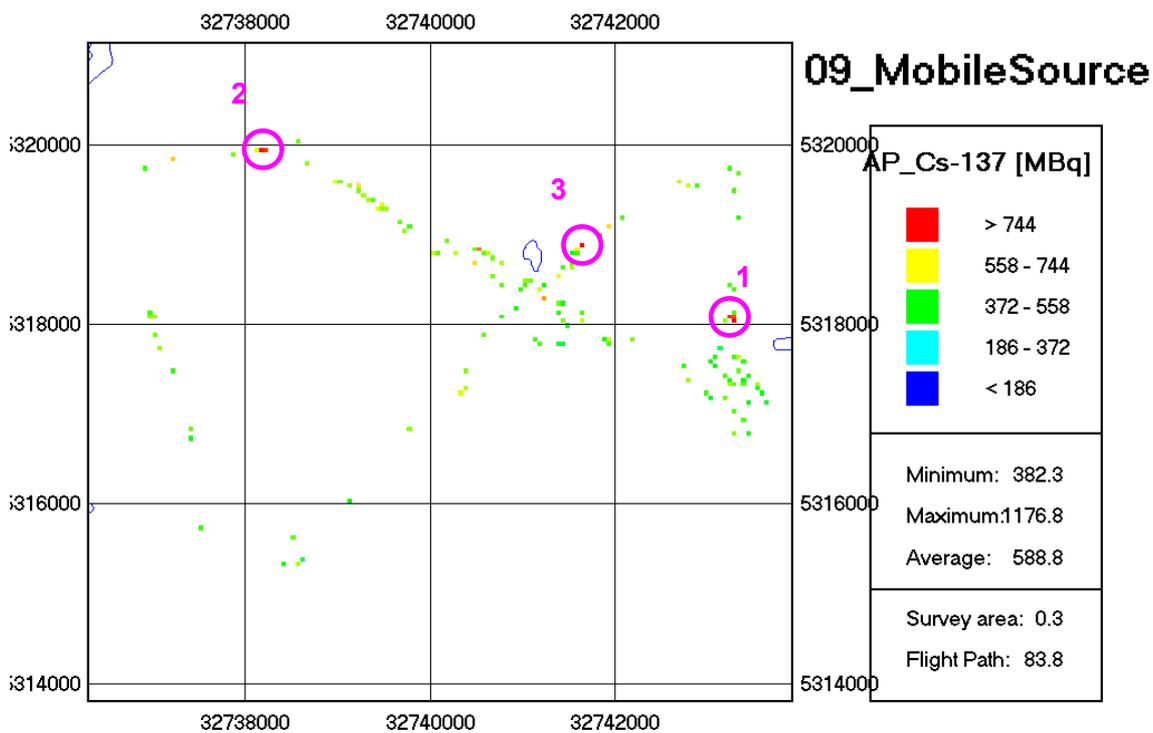
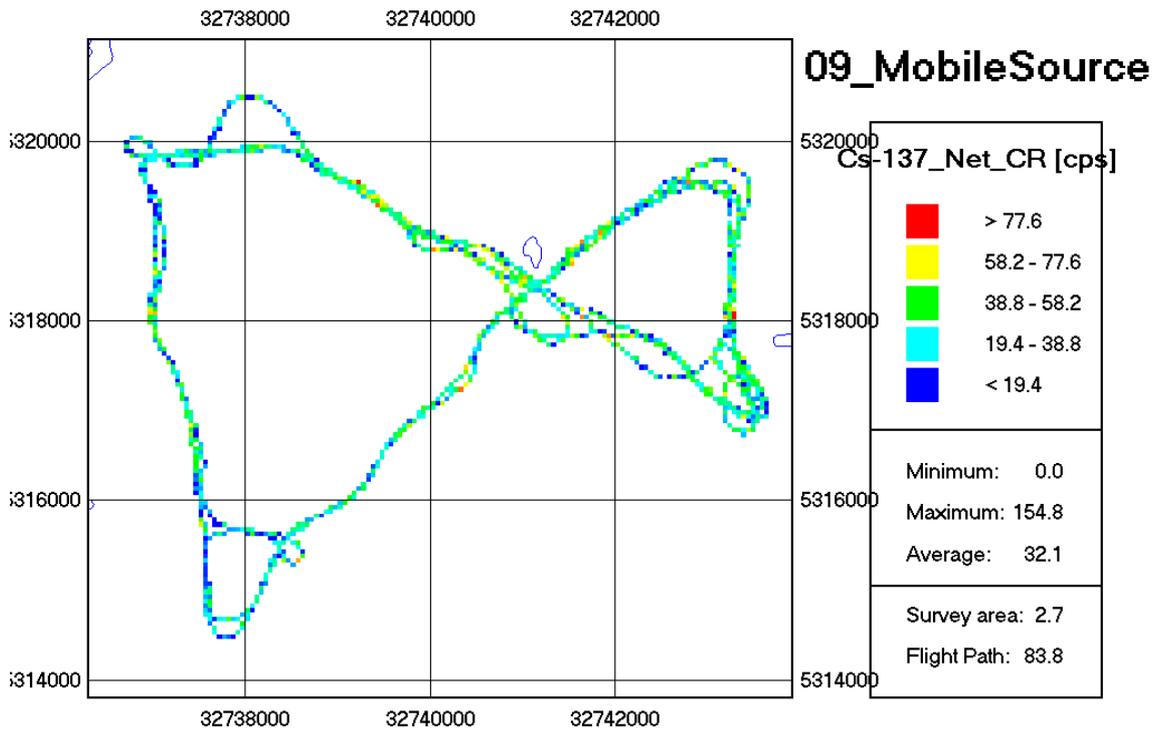


MMGC-Karte

Die ManMadeGrossCount-Ratio Karte, die besonders geeignet ist für die Quellensuche, zeigt die Punkte, an denen künstliche Radionuklide (tiefenergetisch) detektiert wurden.



Caesium-Karte (^{137}Cs)

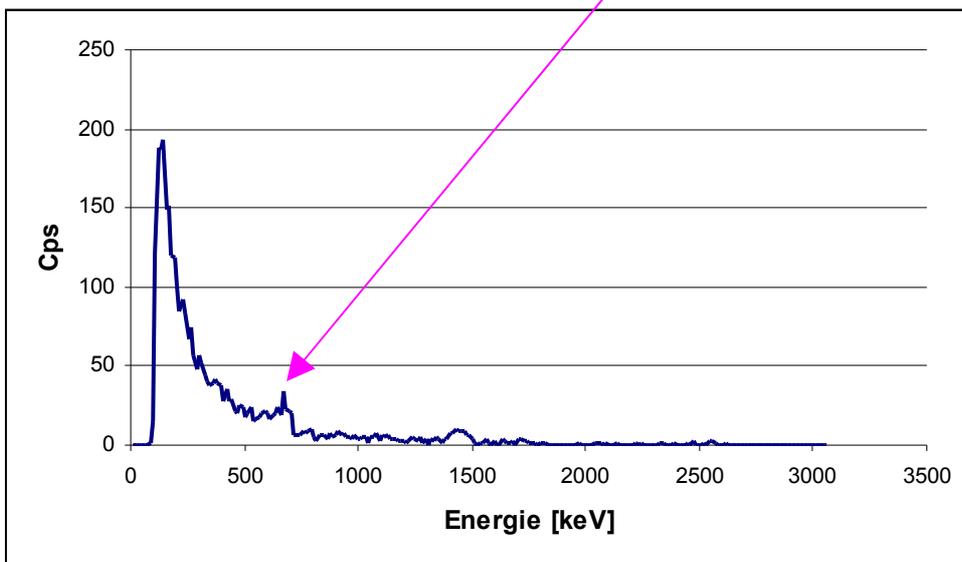
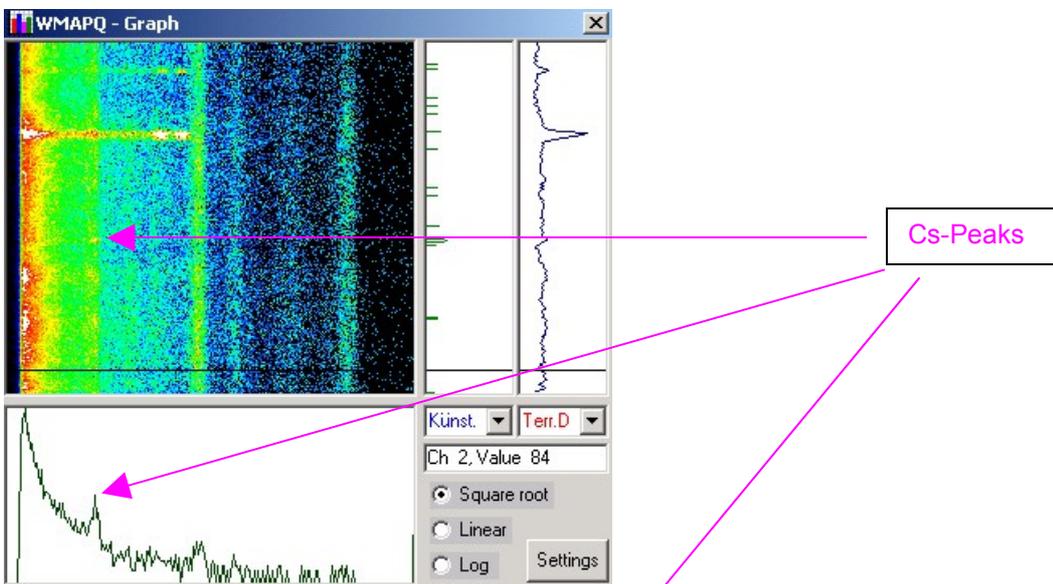


Während des Fluges konnte die Cs-Quelle nicht erkannt werden. Die spätere Auswertung der Messresultate ergab, dass die Cs-Quelle drei Mal überflogen wurde:

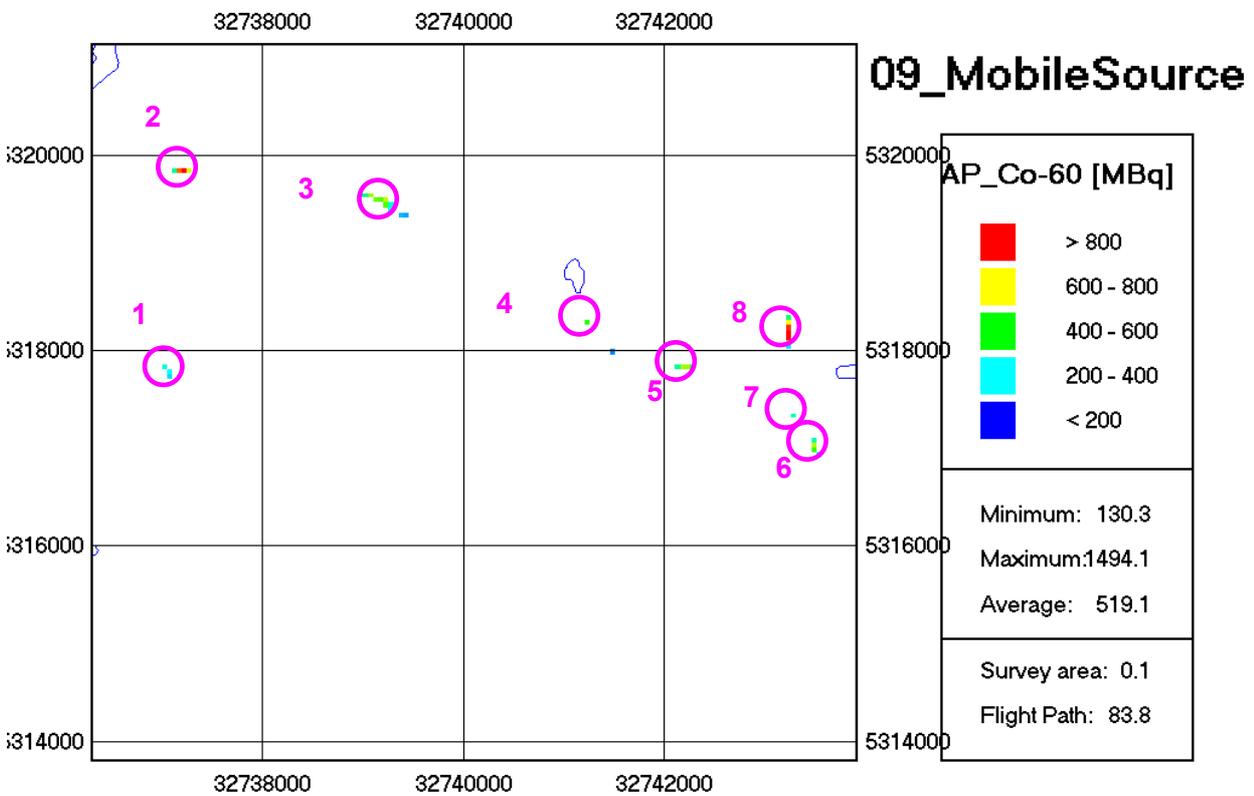
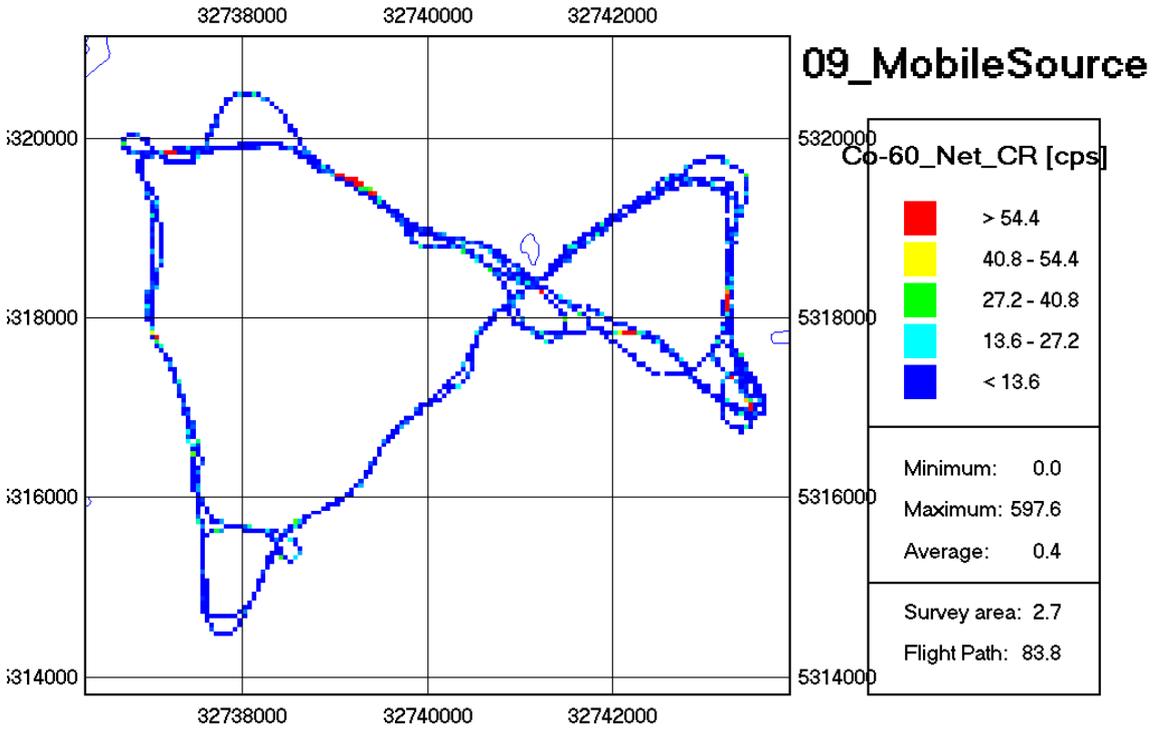
	Zeit	Longitude	Latitude	Cs-Aktivität [MBq]
1	09:46:00	12.259277°	47.969432°	987
2	09:52:00	12.192412°	47.988125°	1101
3	10:06:00	12.237782°	47.977463°	1175

Die Aktivitätsabschätzung ergab ungefähr 1 GBq.

Spektrum einer Cs-Quelle (10:06; 12.237782°; 47.977463°; 1175 MBq)



Cobalt-Karte (⁶⁰Co)

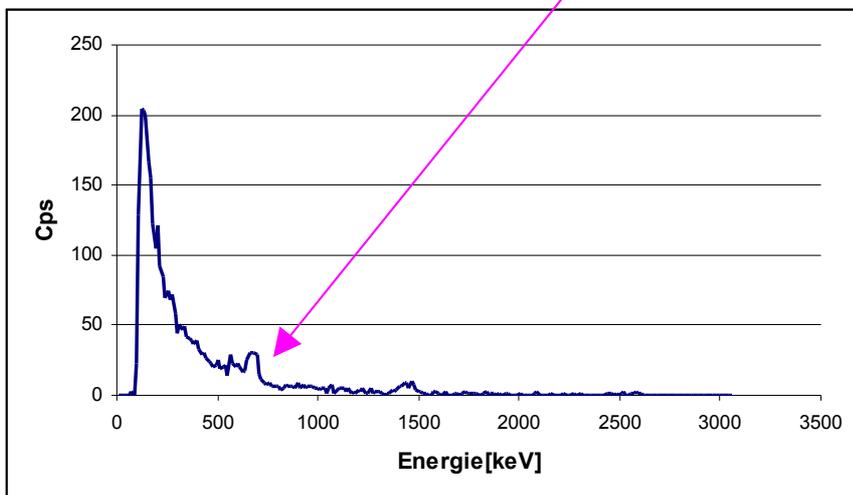
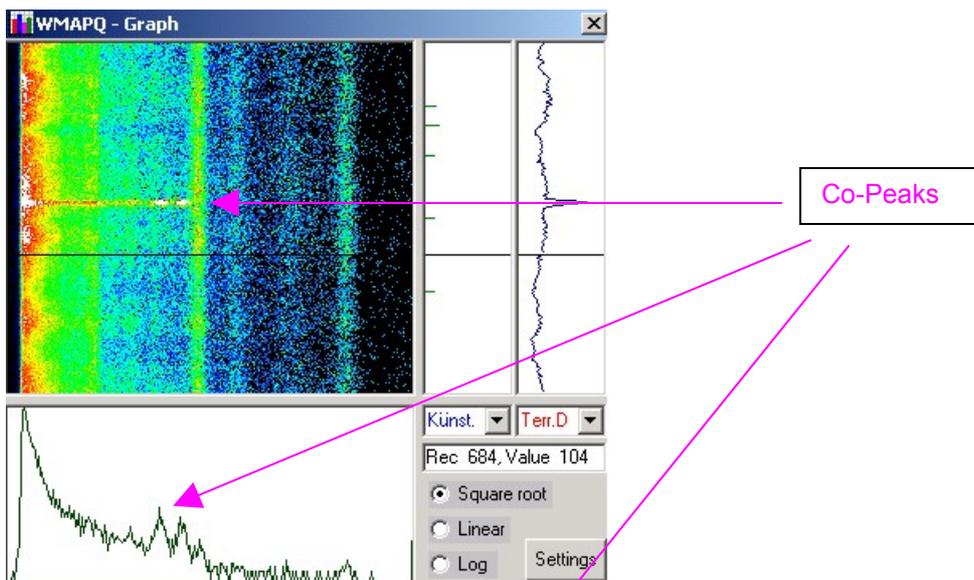


Während des Fluges konnte die Co-Quelle erkannt werden. Die Auswertung der Messresultate ergab, dass die Co-Quelle acht Mal überflogen wurde:

	Zeit	Longitude	Latitude	Co-Aktivität [MBq]
1	09:51:10	12.175948°	47.96988°	295
2	09:58:07	12.17935°	47.987882°	1468.8
3	10:00:07	12.20589°	47.984042°	683.9
4	10:02:05	12.232083°	47.972477°	828.7
5	10:03:06	12.24505°	47.968015°	764.9
6	10:04:27	12.26172°	47.959832°	723.5
7	10:05:02	12.259118°	47.96295°	387.8
8	10:05:42	12.259057°	47.970193°	1494.1

Die Aktivitätsabschätzung ergab ungefähr 1.5 GBq.

Spektrum einer Co-Quelle:
 Die zwei charakteristischen Co-Linien sind gut sichtbar.

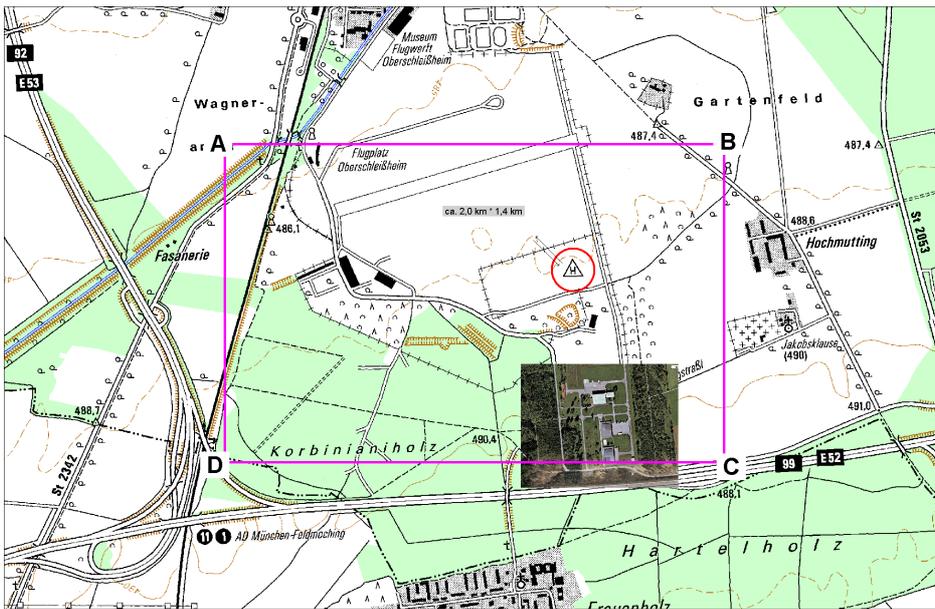


2. Resultate der Suche nach versteckten Quellen (Hidden Source)

Datum: 22.06.2009
 Fluglinien: Quellensuche
 Flugzeit: 45 min.
 Fluggebiet: Basis Bundespolizei Oberschleissheim
 Flughöhe über Grund: min. 50 m

Beschreibung

Die Aufgabe bestand darin, mehrere versteckte Quellen auf einer definierten Fläche (2x1.4 km) zu lokalisieren.



Geographical coordinates / WGS 84

	Longitude	Latitude
A	11° 32,6810	48° 13,7045
B	12° 34,4014	48° 14,3874
C	12° 34,4014	48° 14,3874
D	11° 32,6810	48° 13,7045

Originalauftrag

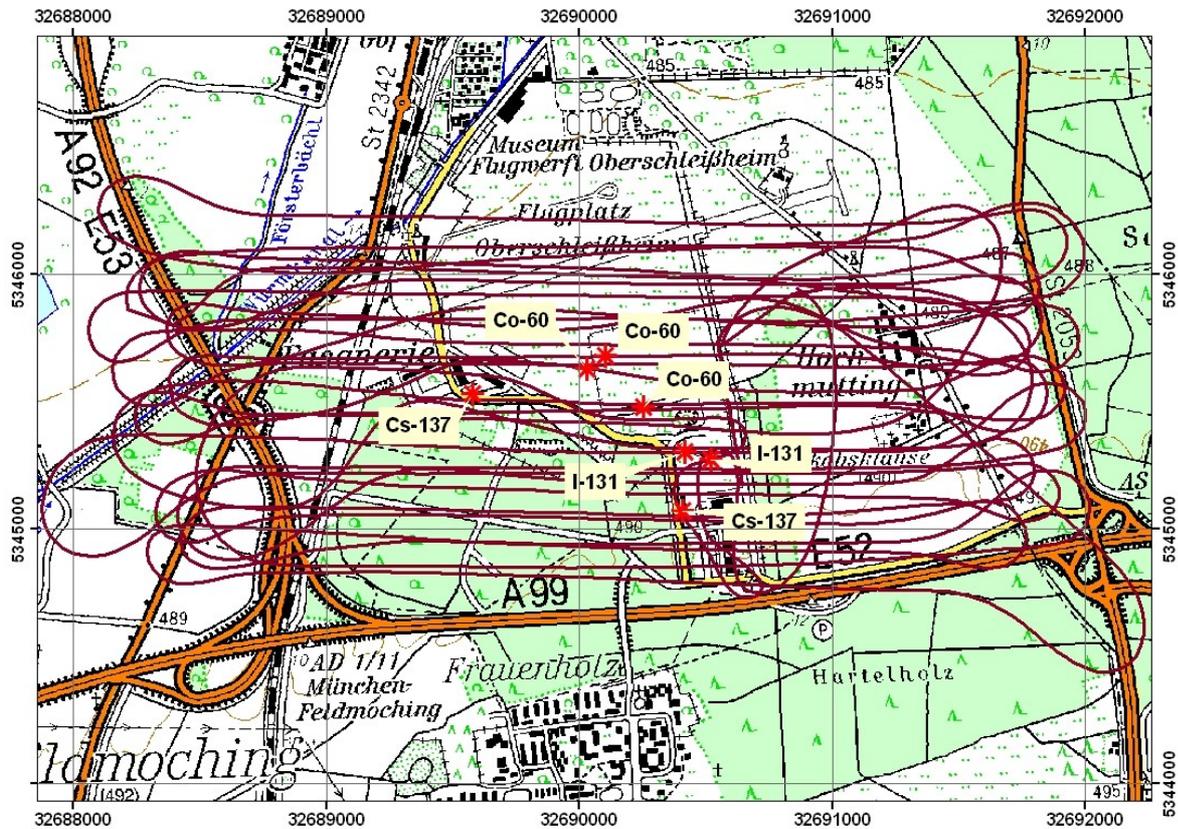
Data evaluation: - Total count rates (250 keV - 3000 keV)
 - Dose rate [nSv/h]
 - Net count rates of ¹³⁷Cs

If you identified a radioactive source:

Excel sheet: longitude/latitude/identified radionuclide/net count rate [s⁻¹]/activity [Bq]

Mapping: - Map of the flight trajectory (asterisk the locations of the identified sources)

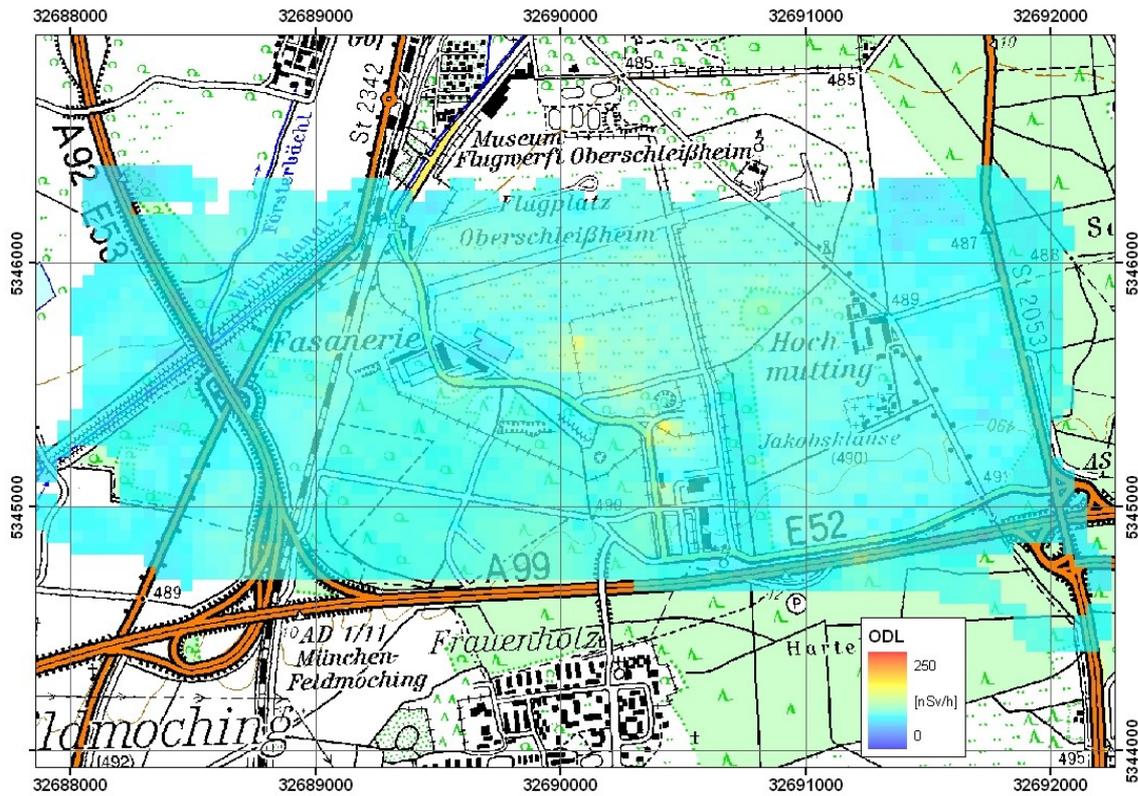
Karte Flugroute



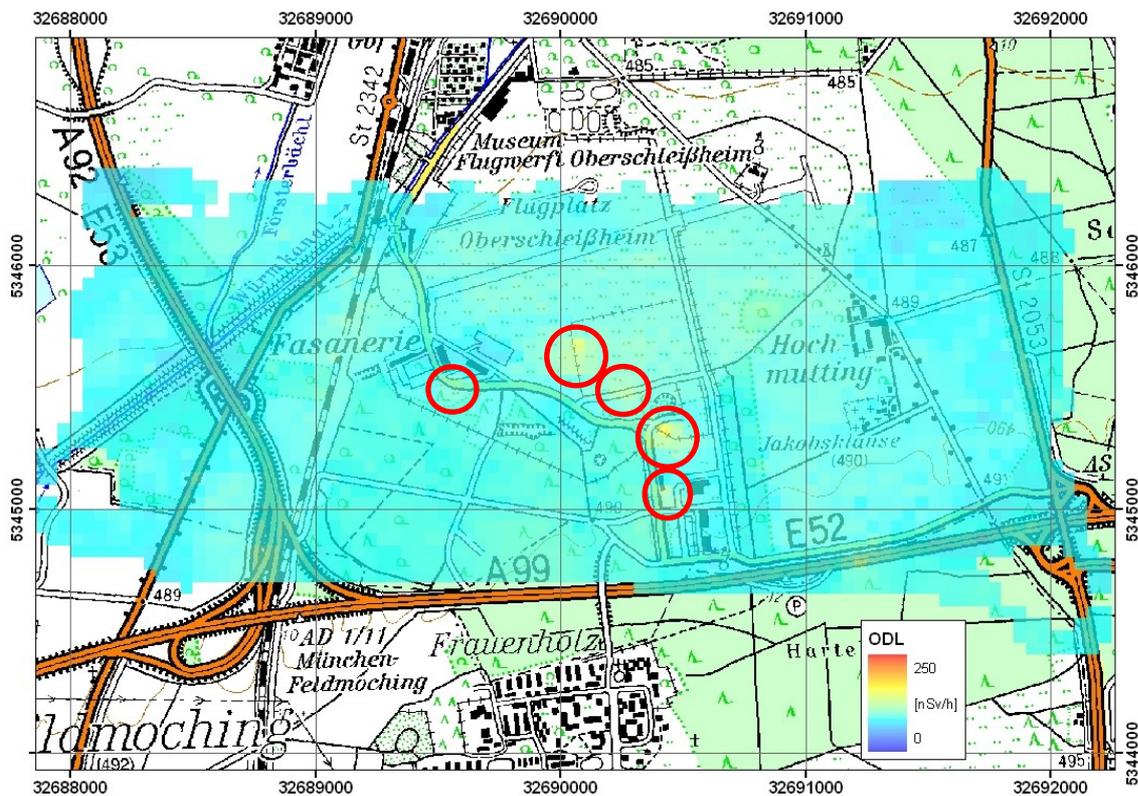
Die Feinauswertung ermöglichte die Lokalisierung von sieben Quellen:

- drei Co-Quellen,
- zwei Cs-Quellen,
- zwei I-Quellen oder Ba-Quellen.

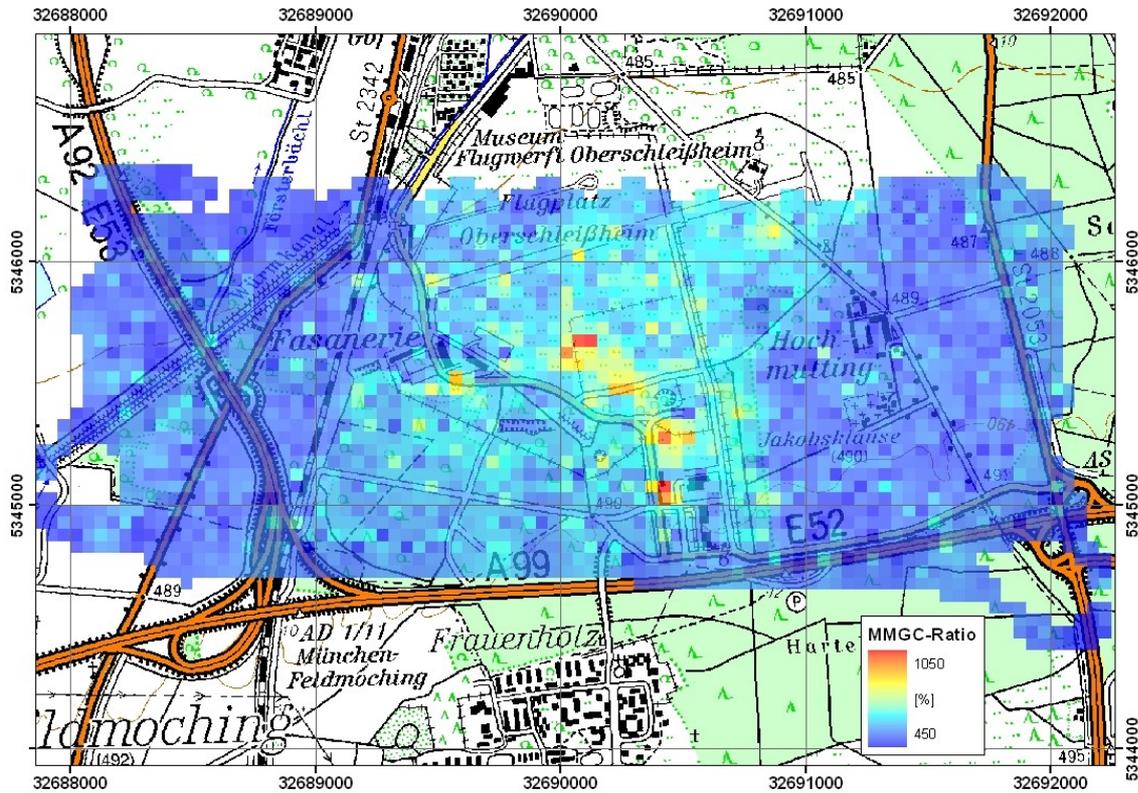
Dosisleistungskarte



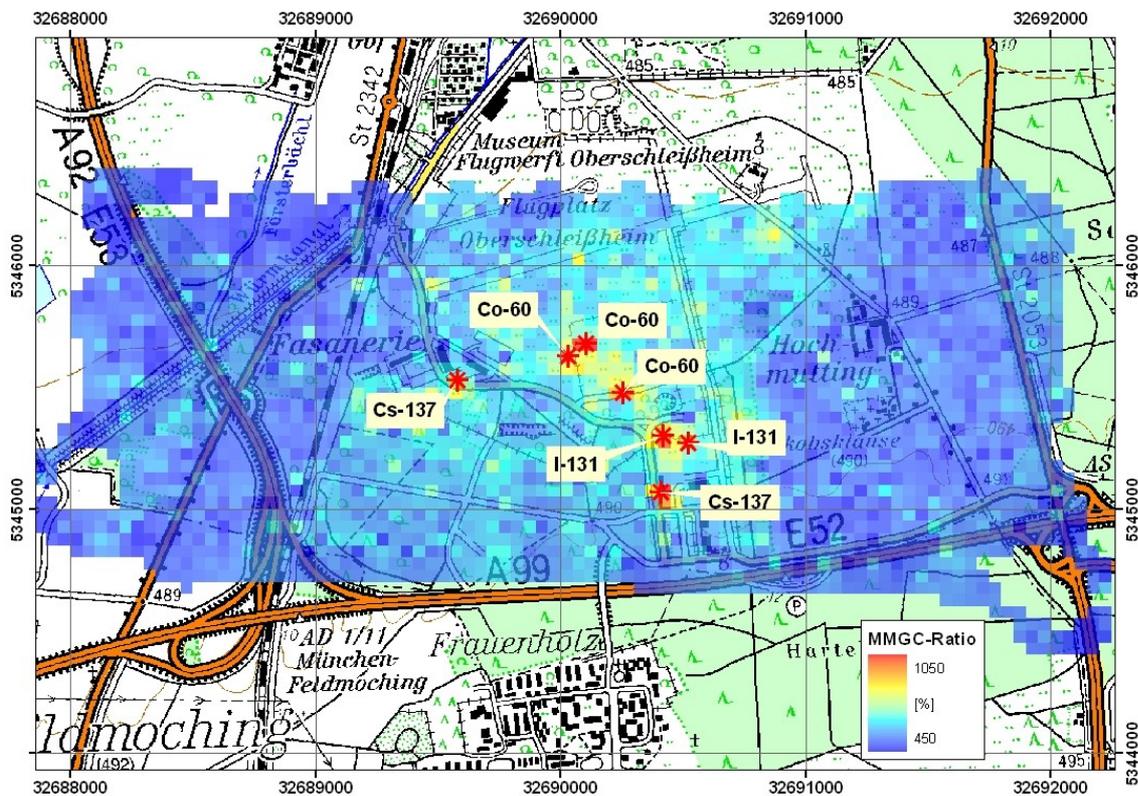
Auf der Dosisleistungskarte kann man 5 Bereiche mit erhöhten Werten erkennen.



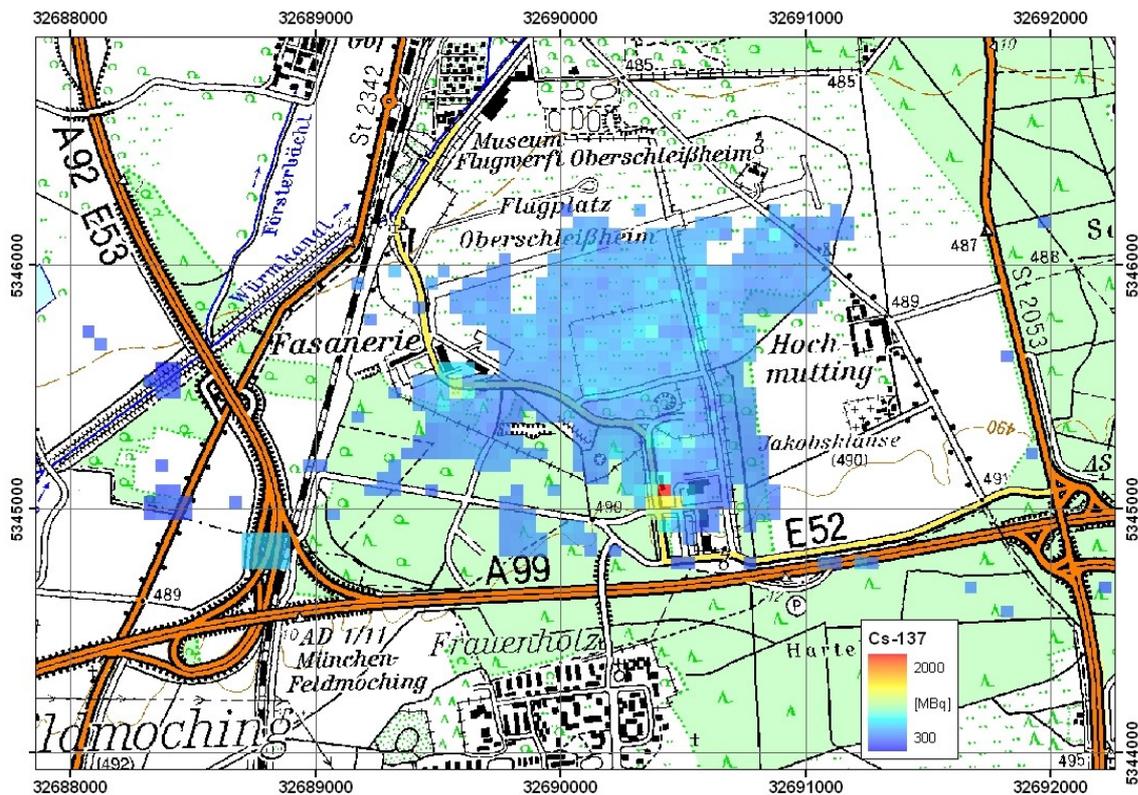
MMGC-Karte



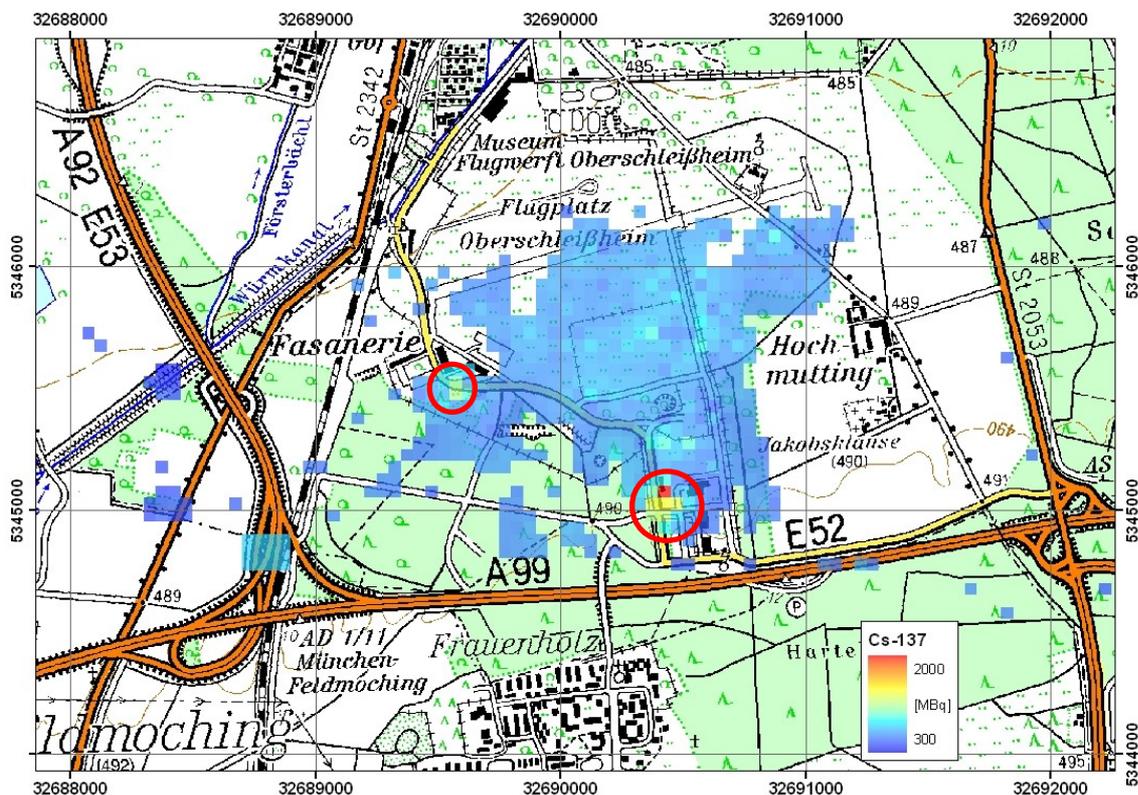
Auf der MMGC-Karte kann man die sieben Quellen gut erkennen.



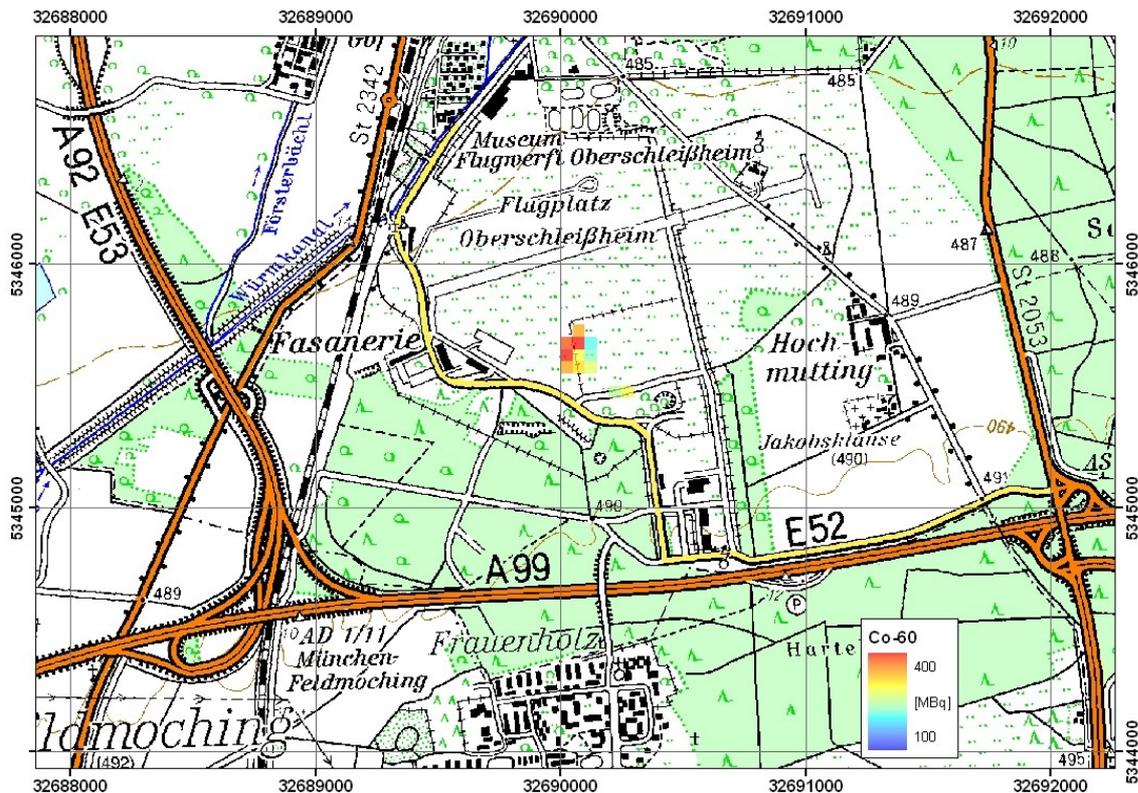
Caesium-Karte (¹³⁷Cs)



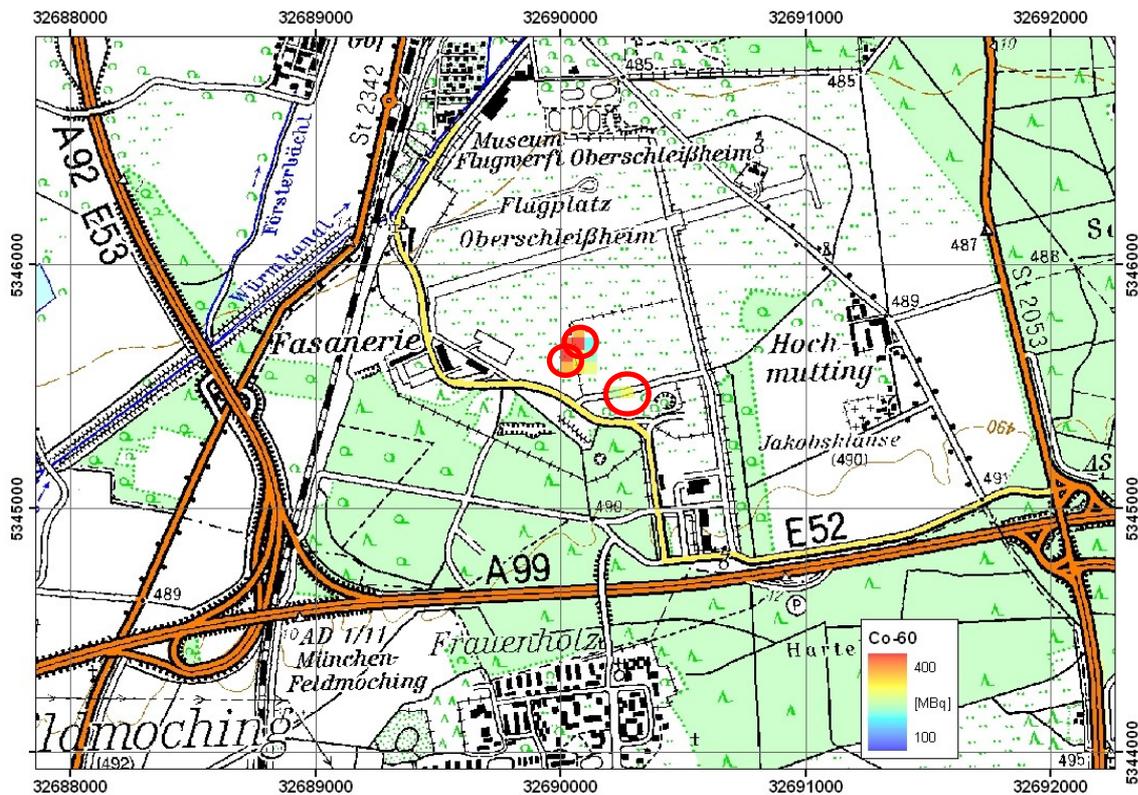
Auf der Cs-Karte kann man die zwei Cs-Quellen gut erkennen, obwohl die Caesium-Hintergrundstrahlung in der Region München relativ hoch ist (Rückstände des Unfalls von Tschernobyl 1986).



Cobalt-Karte (⁶⁰Co)



Auf der Co-Karte kann man drei Co-Quellen ziemlich gut erkennen.

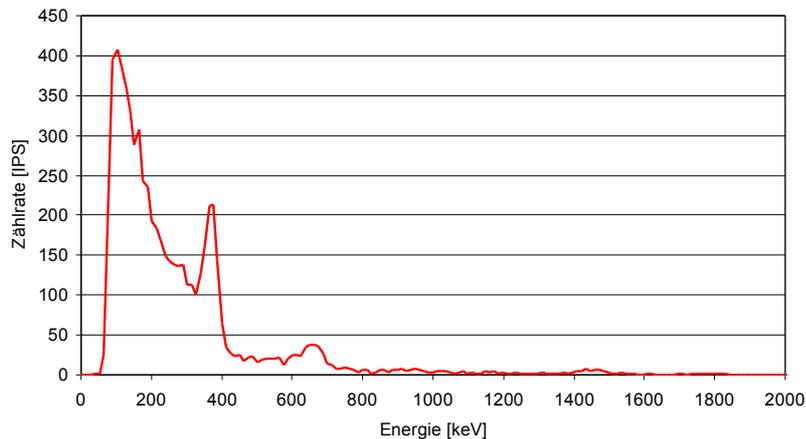


Bemerkung

Bei den letzten beiden Quellen war es schwieriger, die Nuklide zu bestimmen. Folgende Nuklide kommen in Frage:

I-131: Hauptlinie bei 365 MeV
Ba-133: Hauptlinie bei 356 MeV

Spektrum aus dem Bereich der „I-131“-Quellen:



In zwei Fällen war es zudem schwierig zu bestimmen, ob die gemessene Aktivität von einer oder von zwei Quellen erzeugt wurde. Nach der Messübung wurde durch die Übungsleitung informiert, dass die Iod-Quelle beim ersten Überflug durch den Rotor-Abwind des Superpumas um ca. 6 m verschoben wurde. Beim zweiten Überflug wurde dieselbe Quelle nochmals gemessen.

In folgender Tabelle sind die Koordinaten und Aktivitäten der sieben gefundenen Quellen aufgelistet:

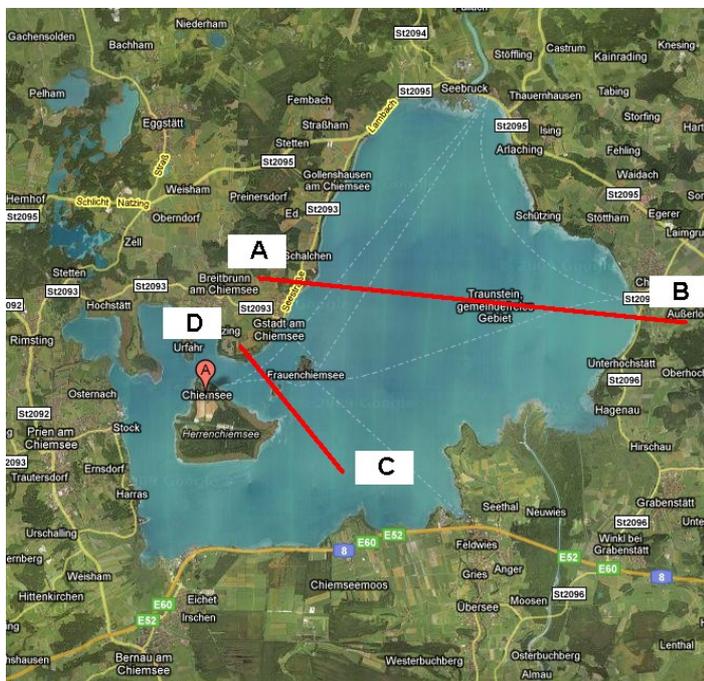
Longitude	Latitude	UTM x	UTM y	Nuklide	NetCountRate	Activity
11.55313212°	48.2346263°	32689580	5345530	Cs-137	150	1 GBq
11.55922965°	48.2353634°	32690030	5345627	Co-60	172	450 MBq
11.56026155°	48.2357993°	32690105	5345678	Co-60	175	450 MBq
11.56220234°	48.2339385°	32690256	5345476	Co-60	115	300 MBq
11.56430266°	48.232308°	32690418	5345300	I-131 or Ba-133	128	1 GBq
11.56564744°	48.2319991°	32690519	5345269	I-131 or Ba-133	97	1 GBq
11.56406389°	48.2302259°	32690408	5345068	Cs-137	277	2 GBq

3. Resultate der Untergrundmessung über dem Chiemsee

Datum: 22.06.2009
 Fluglinien: Untergrundmessungen über Chiemsee in verschiedenen Höhen
 Flugzeit: ungefähr 35 min.
 Fluggebiet: Chiemsee
 Flughöhe über Grund: A-B: 90m / 305m / 610m (wegen Sichtprobleme nur teilweise geflogen)
 C-D: 100m

Beschreibung

Die Aufgabe bestand darin, Untergrundmessungen über dem Chiemsee in vorgegebenen Höhen durchzuführen. Es wurden zwei Strecken (A-B und C-D) abgeflogen, eine nur über dem Wasser und eine mit dem Überflug einer kleinen Insel. Die Absicht war, die vom Helikopter verursachte Hintergrundstrahlung sowie den Einfluss der Radon-Zerfallprodukte zu bestimmen. Da Wasser die terrestrische Strahlung abschirmt, sollten die Radon-Zerfallsprodukte am Ufer und beim Überflug der Insel deutlicher gemessen werden können.



Geographical coordinates / WGS 84:

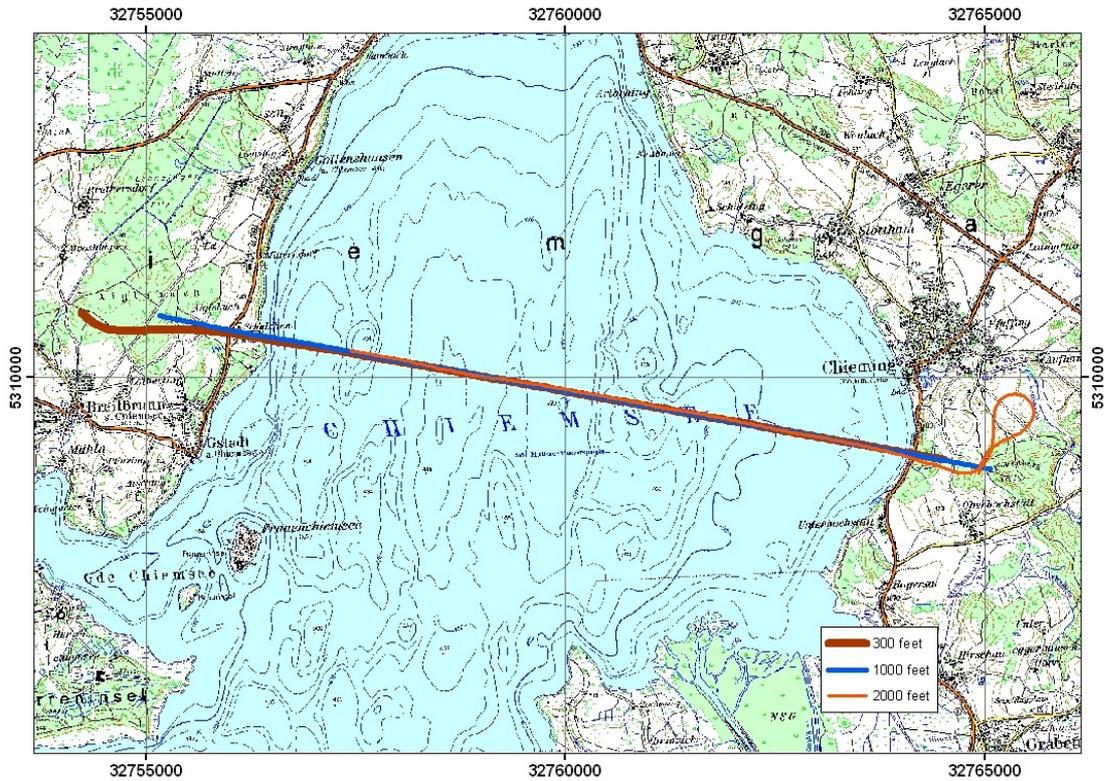
	Longitude	Latitude
A	12° 32,6034	47° 52,7488
B	12° 24,8359	47° 53,9469
C	12° 24,2227	47° 52,6381
D	12° 24,6855	47° 51,6003

Originalauftrag

- Data evaluation:
- Net count rates of ^{214}Bi (609 keV) of each trajectory separately
 - Net count rates of ^{214}Bi (1765 keV) of each trajectory separately
 - Net count rates of ^{40}K of each trajectory separately
 - Net count rates of ^{208}Tl of each trajectory separately
 - Net count rates of ^{137}Cs of each trajectory separately
- C-D: Calculation of the relaxation mass length of ^{137}Cs on the "Krautinsel"
 (specific activity of ^{137}Cs on the "Krautinsel" = 15.000 Bq/m²)
- Mapping:
- Map of the flight trajectory
 - A-B: Figure of the average net count rates of the individual radionuclides against flight altitude at the location 12° 8' 38,53294" / 47° 53' 21,11035"

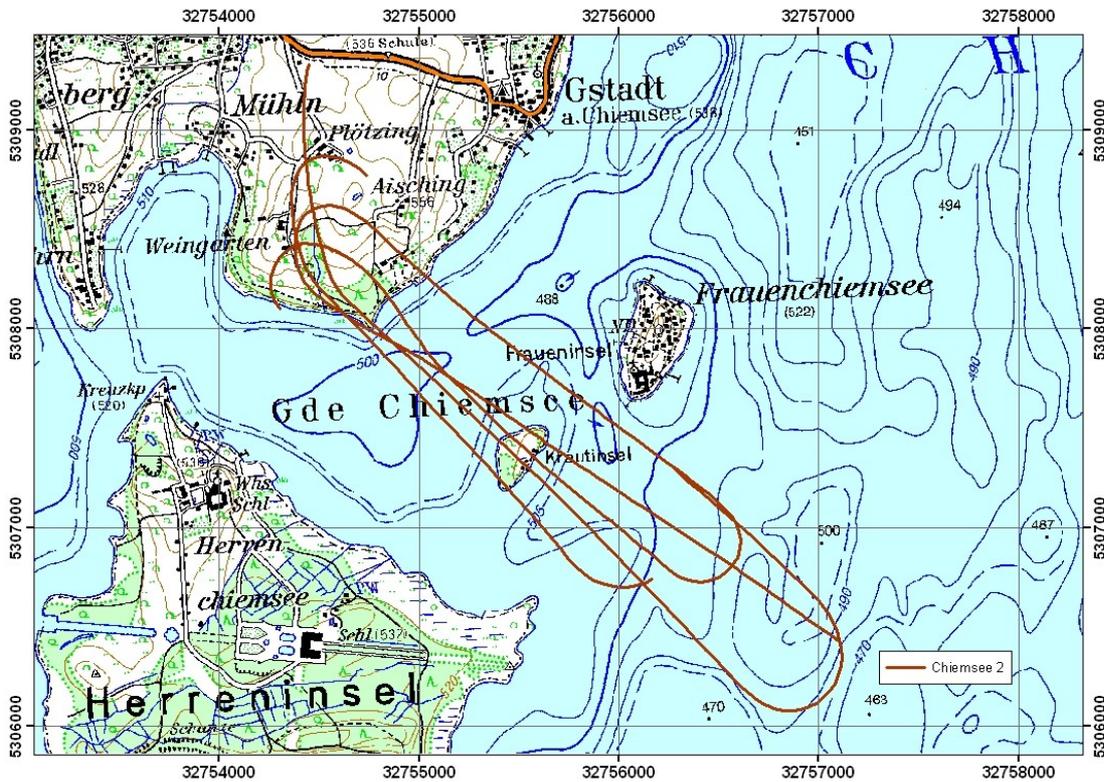
Karte Flugroute: Strecke A-B

Diese Strecke wurde je einmal Mal auf 300ft (90m), 1000 ft (305m) und 2000 ft (610m) abgeflogen.



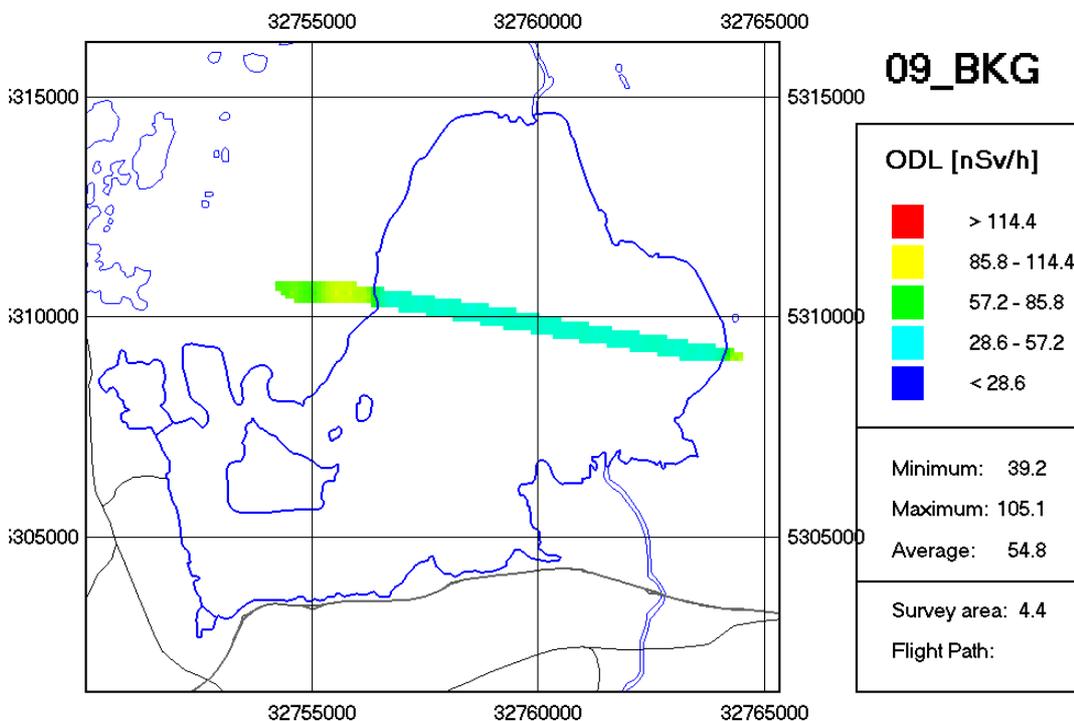
Karte Flugroute: Strecke C-D

Die Strecke C-D wurde vier Mal auf 330ft (100m) abgeflogen.

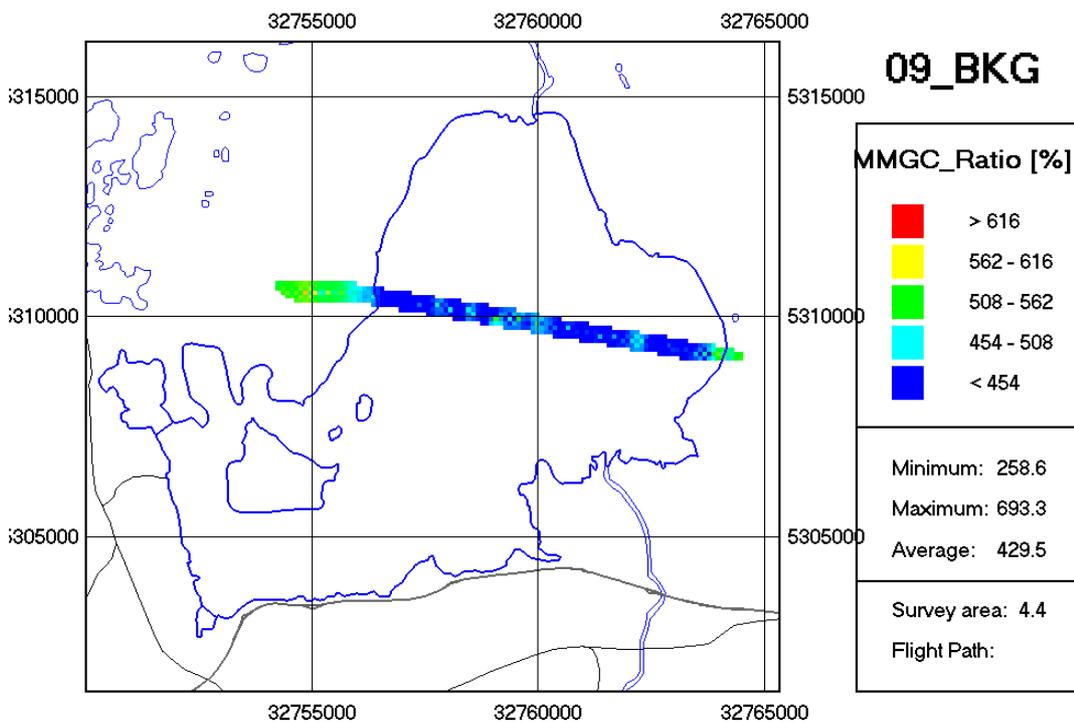


Strecke A-B: Höhe 90m (300 ft)

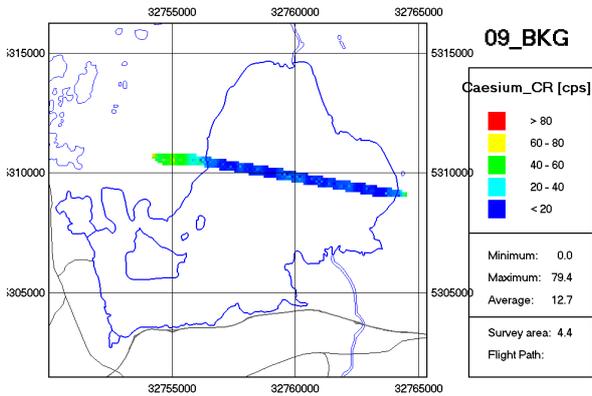
Ortsdosisleistungskarte



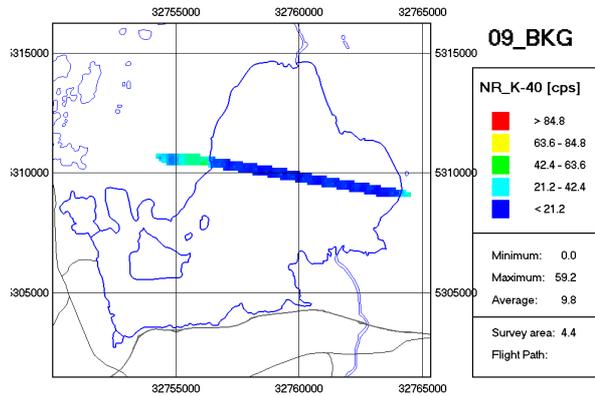
GGMC-Karte



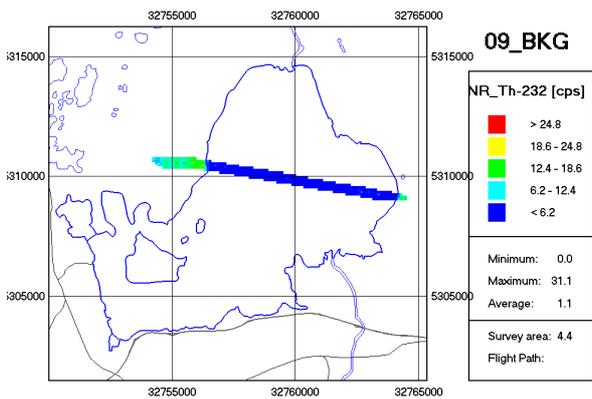
Caesium-Karte (^{137}Cs)



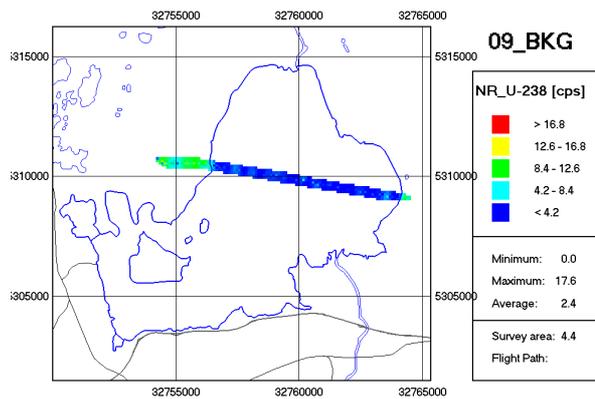
Kalium-Karte (^{40}K)



Thorium-Karte (^{232}Th)



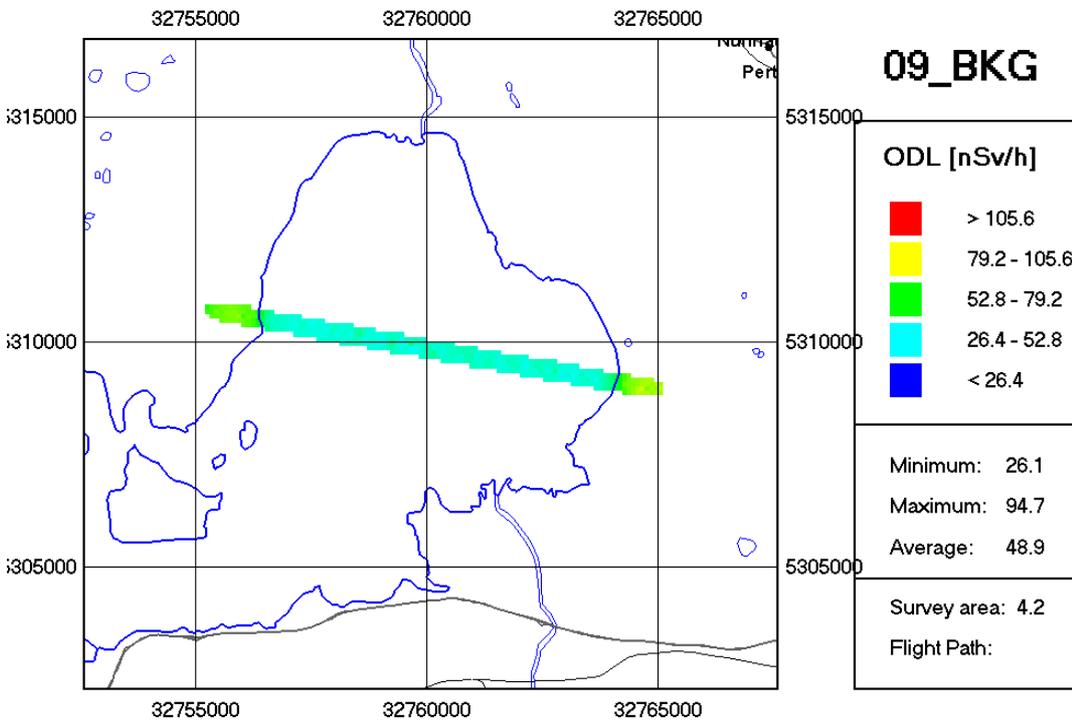
Uran-Karte (^{238}U)



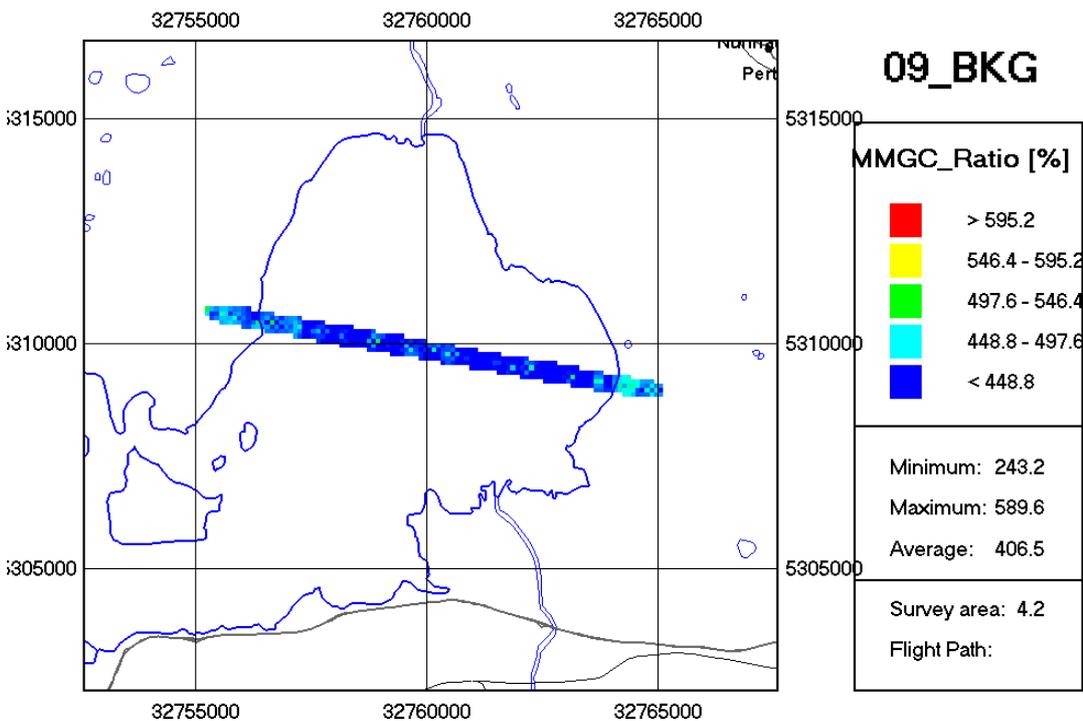
Alle Karten zeigen normale Werte. Wegen der Abschirmung der terrestrischen Strahlung durch das Wasser wurden über dem Chiemsee generell tiefere Werte gemessen.

Strecke A-B: Höhe 305m (1000 ft)

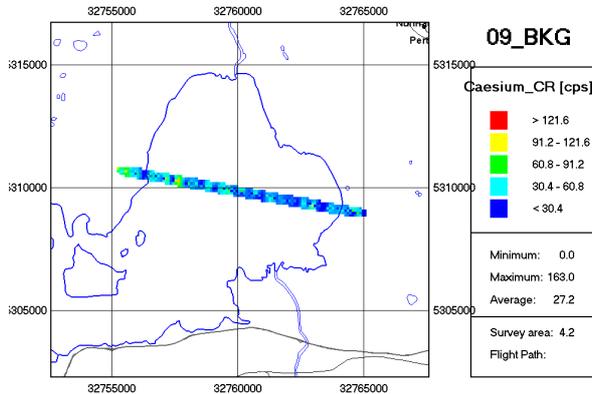
Ortsdosisleistungskarte



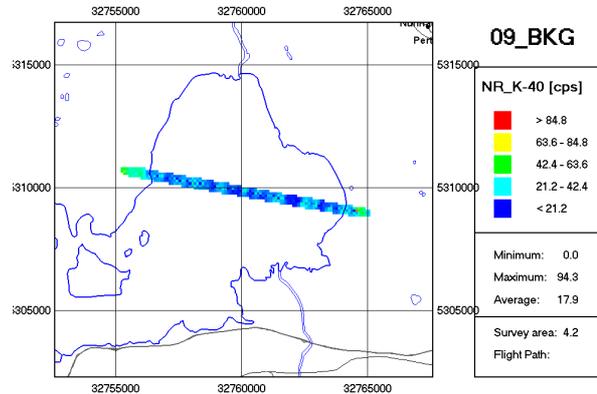
GGMC-Karte



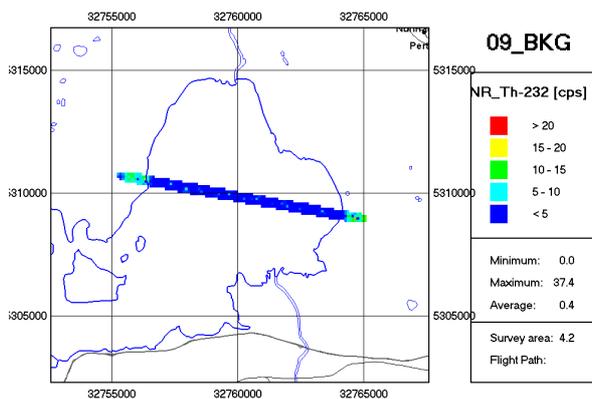
Caesium-Karte (^{137}Cs)



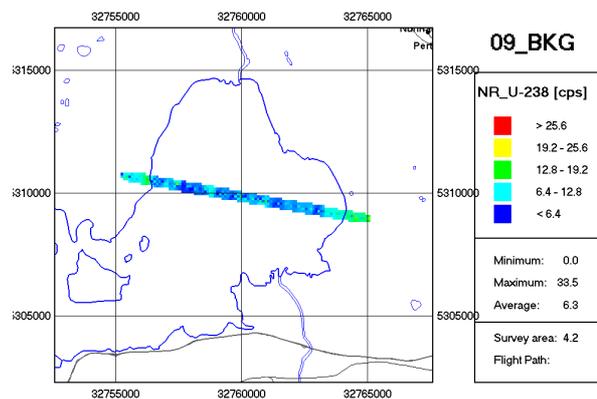
Kalium-Karte (^{40}K)



Thorium-Karte (^{232}Th)



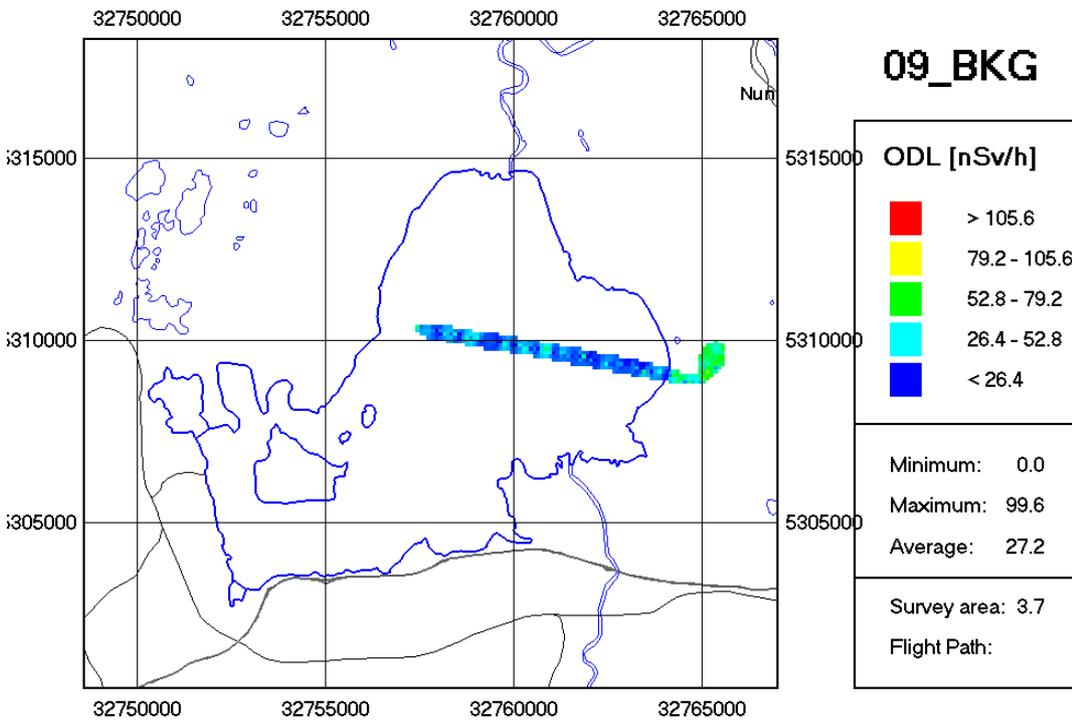
Uran-Karte (^{238}U)



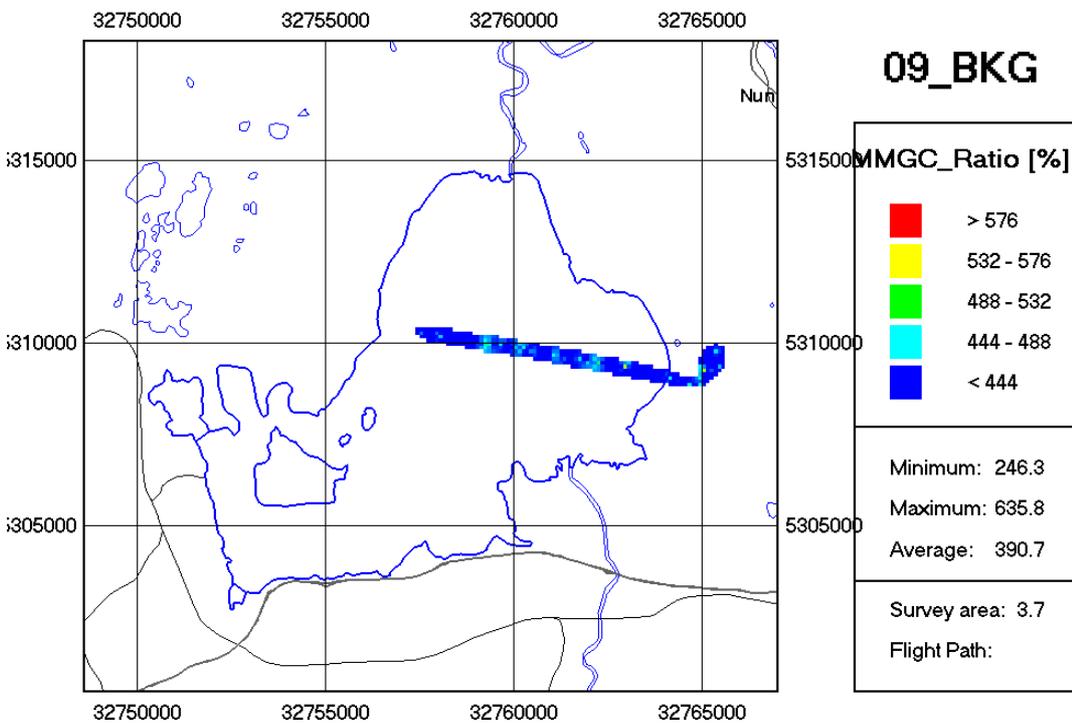
Alle Karten zeigen normale Werte. Wegen der Abschirmung der terrestrischen Strahlung durch das Wasser wurden über dem Chiemsee generell tiefere Werte gemessen.

Strecke A-B: Höhe 610m (2000 ft)

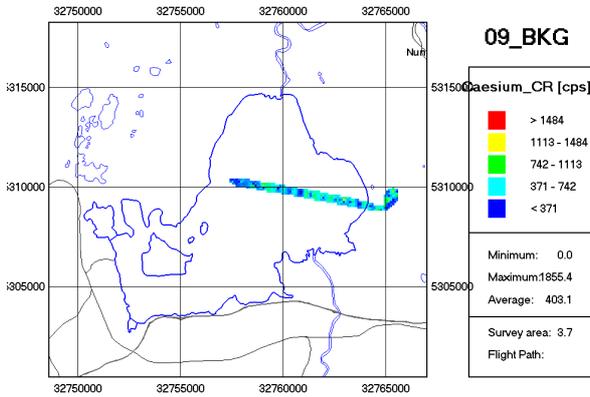
Ortsdosisleistungskarte



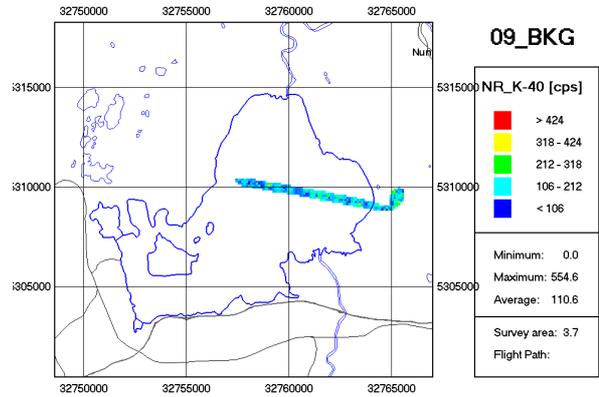
GGMC-Karte



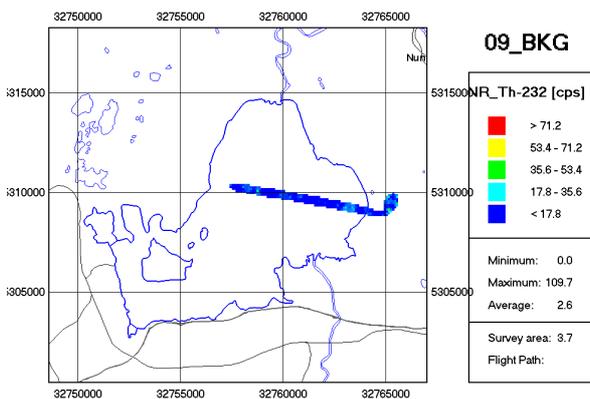
Caesium-Karte (^{137}Cs)



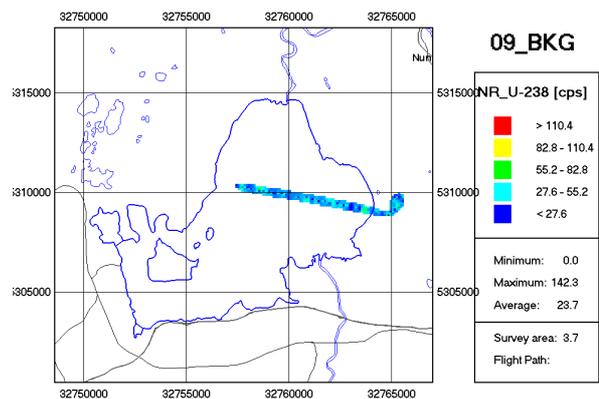
Kalium-Karte (^{40}K)



Thorium-Karte (^{232}Th)



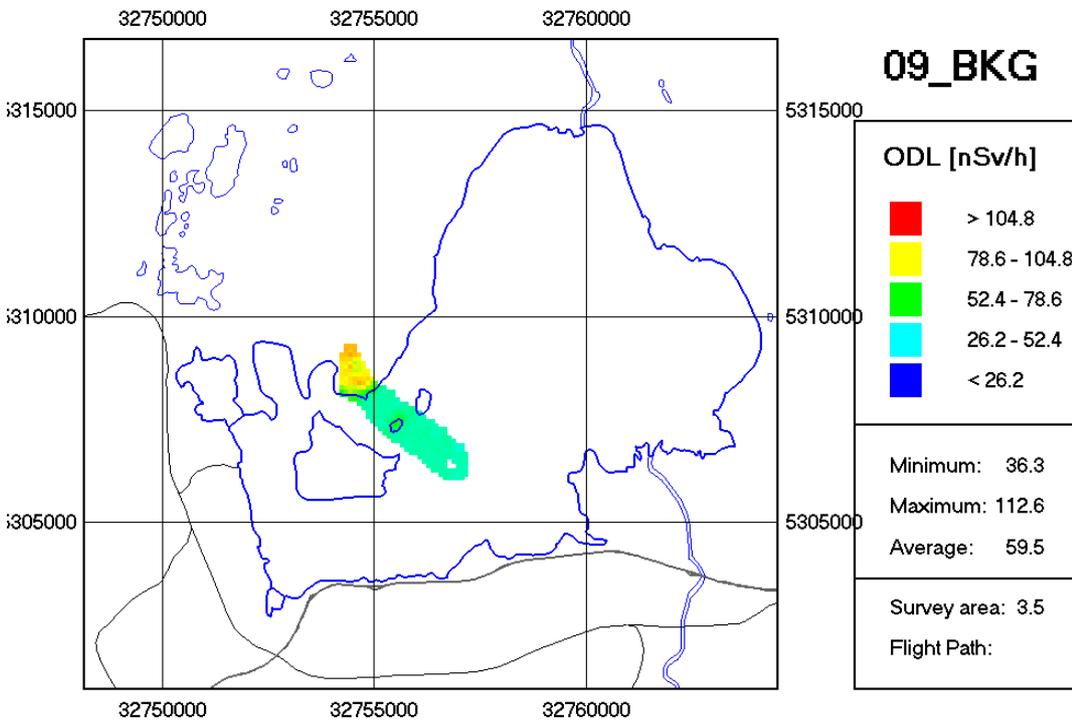
Uran-Karte (^{238}U)



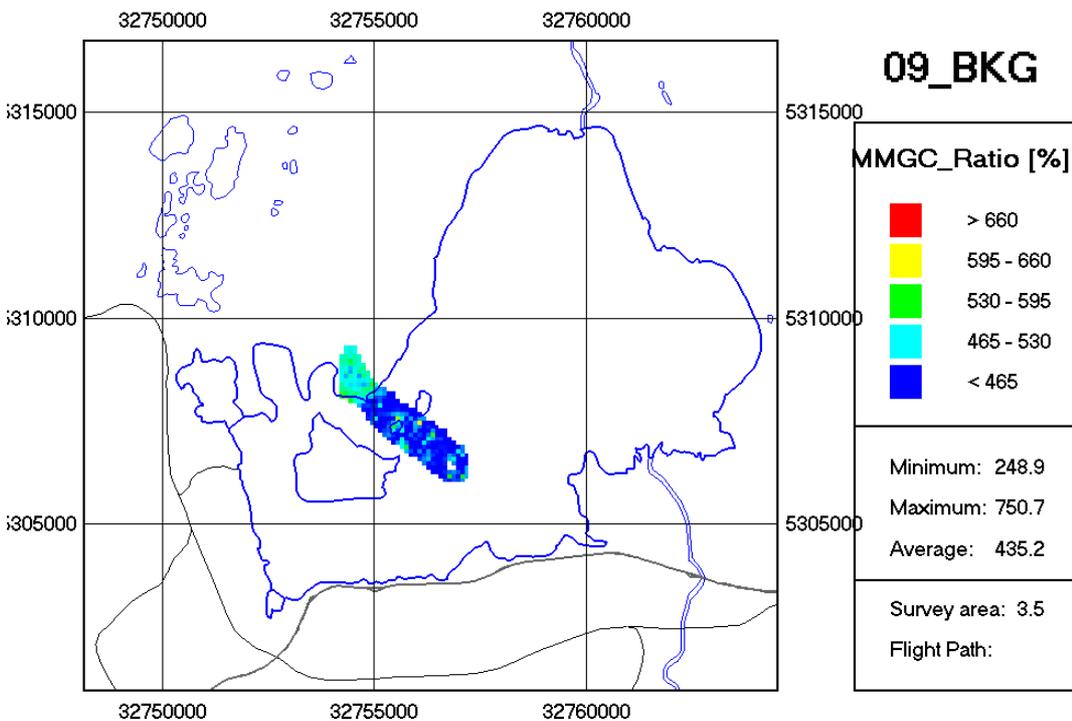
Alle Karten zeigen normale Werte. Wegen der Abschirmung der terrestrischen Strahlung durch das Wasser wurden über dem Chiemsee generell tiefere Werte gemessen. Aufgrund der schlechten Sichtverhältnisse konnte dieser Überflug nur teilweise absolviert werden.

Strecke C-D: Höhe 100m (330 ft)

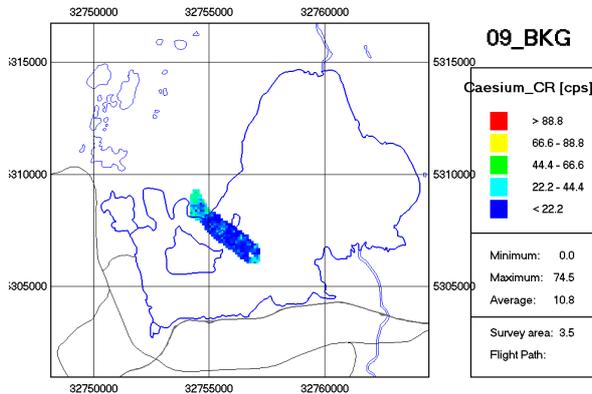
Ortsdosisleistungskarte



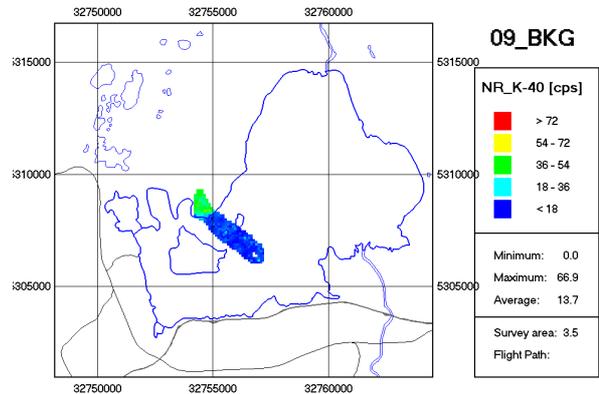
GGMC-Karte



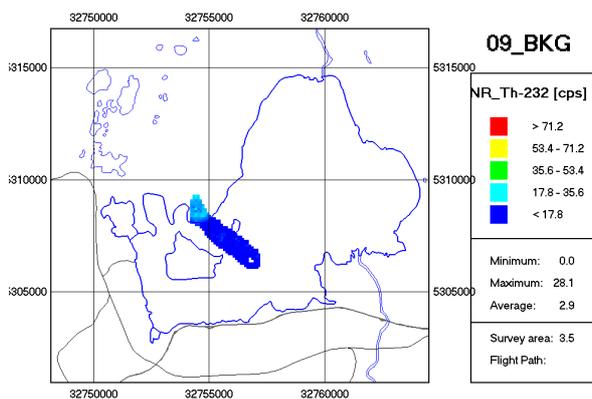
Caesium-Karte (^{137}Cs)



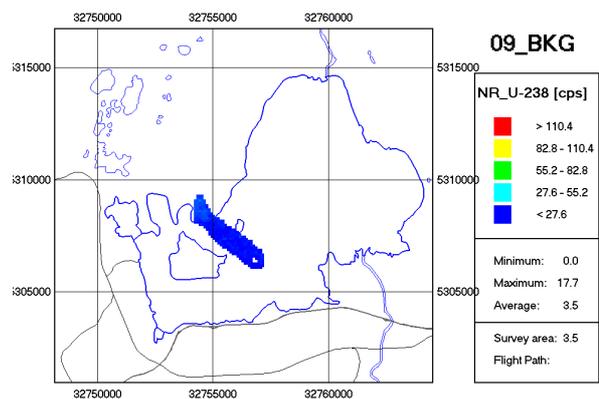
Kalium-Karte (^{40}K)



Thorium-Karte (^{232}Th)

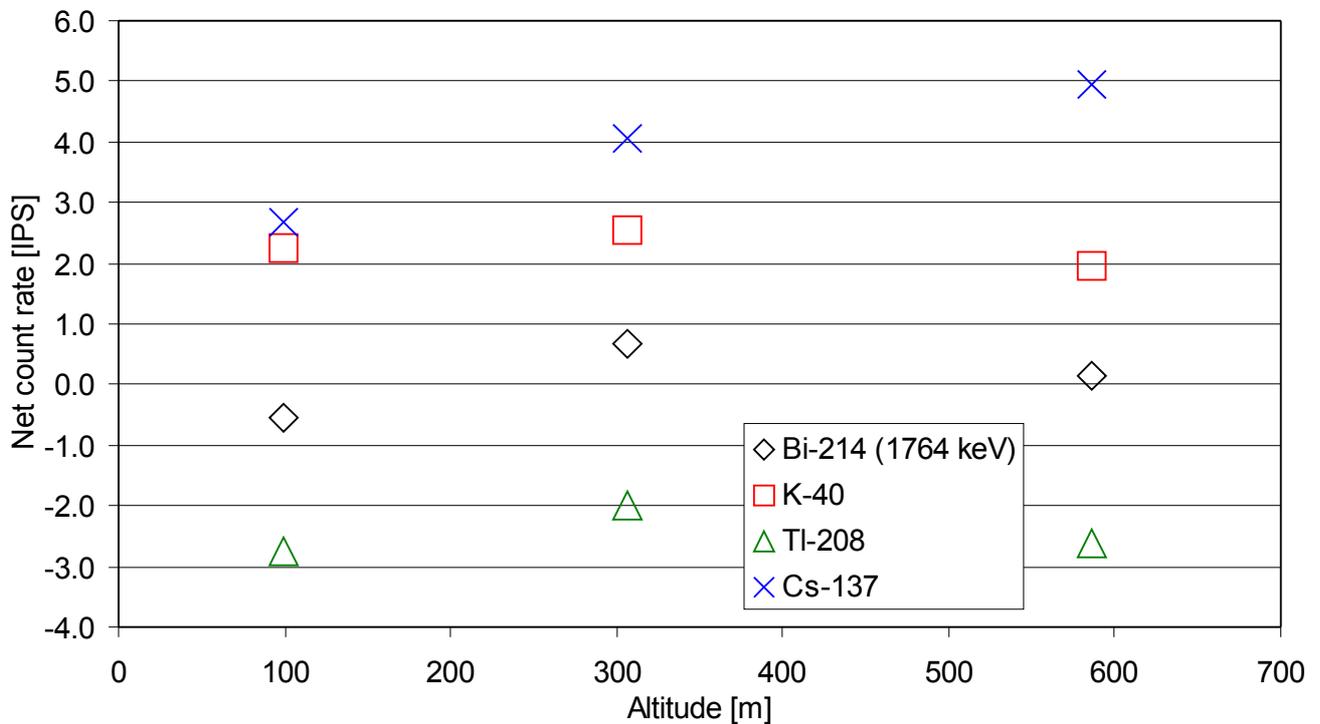


Uran-Karte (^{238}U)



Alle Karten zeigen normale Werte. Wegen der Abschirmung der terrestrischen Strahlung durch das Wasser wurden über dem Chiemsee generell tiefere Werte gemessen. Die erwartete höhere terrestrische Strahlung über der Insel konnte knapp festgestellt werden.

Durch den Helikopter erzeugte Hintergrundstrahlung



Beim Einsatz des Aeroradiometriemessgeräts müssen verschiedene Faktoren korrigiert werden, welche die Resultate des Sensors beeinflussen. Insbesondere werden die Messresultate von der kosmischen Strahlung und der vom Helikopter erzeugten Strahlung beeinflusst. Durch die Kalibrierung der Messgeräte versucht man, diese Effekte auszugleichen.

Diese Graphik zeigt Messresultate bei Messflügen in 100, 300 und 600 Fuss Höhe. Die farbigen Symbole stellen die vom Messgerät aufgezeichneten Nettozählraten (IPS - Impulse pro Sekunde) für verschiedene Energiefenster nach Abzug des Helikopteruntergrunds und der Berücksichtigung des Einflusses der kosmischen Strahlung dar. Würden beide Parameter korrekt berücksichtigt, müssten die gemessenen Werte für alle Energiefenster bei Null liegen. Würde die durch den Helikopter erzeugte Hintergrundstrahlung falsch definiert, weichen die Messwerte in jeder Flughöhe gleichermassen von der Nulllinie ab; wird die kosmische Strahlung falsch kalkuliert, müsste sich dieser Effekt je nach Höhe unterschiedlich zeigen.

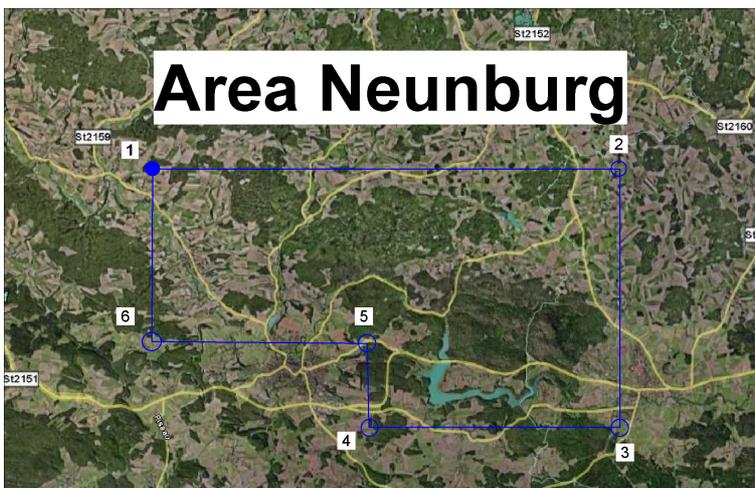
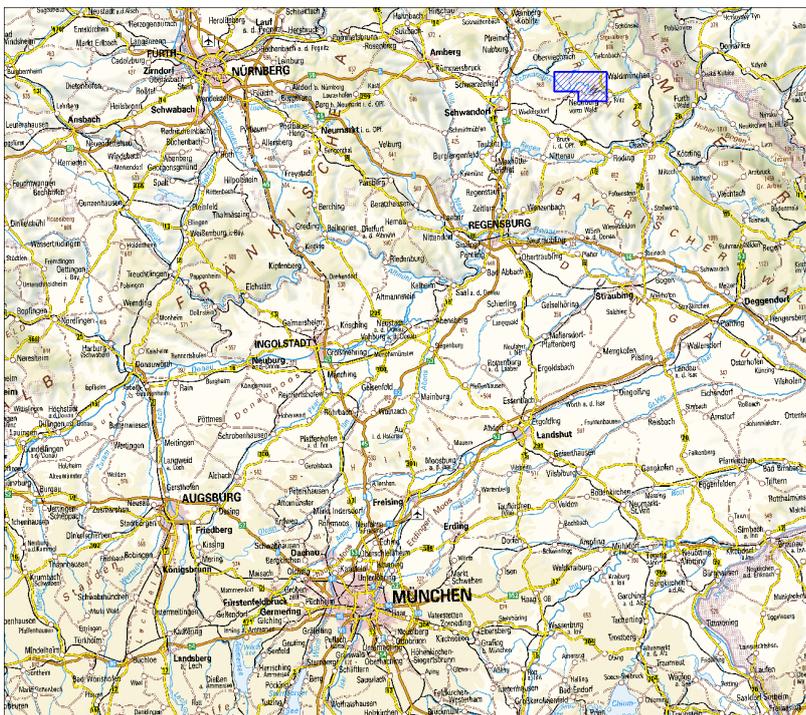
Die hier gezeigten Messwerte zeigen Abweichungen, welche auf eine Kombination der Ursachen schliessen lassen: weder die terrestrische Strahlung noch die Hintergrundstrahlung des Helikopters konnten vollständig aus der Messung herausgefiltert werden. Die Abweichungen beeinflussen die Leistungsfähigkeit der Aeroradiometrie als Einsatzmittel jedoch nicht.

4. Radiologische Kartierung einer Referenzfläche (Neunburg)

Datum: 24.06.2009
 Fluglinien: Abfliegen einer definierten Referenzfläche
 Flugzeit: 1 Stunde 40 Minuten
 Fluggebiet: Neuburg
 Flughöhe über Grund: min. 90 m (300 ft)

Beschreibung

Die Aufgabe bestand darin, eine radiologische Kartierung der Referenzfläche Neuburg zu erstellen. Das Ziel war der Vergleich zwischen den drei Messsystemen.



Geographical coordinates / WGS 84:

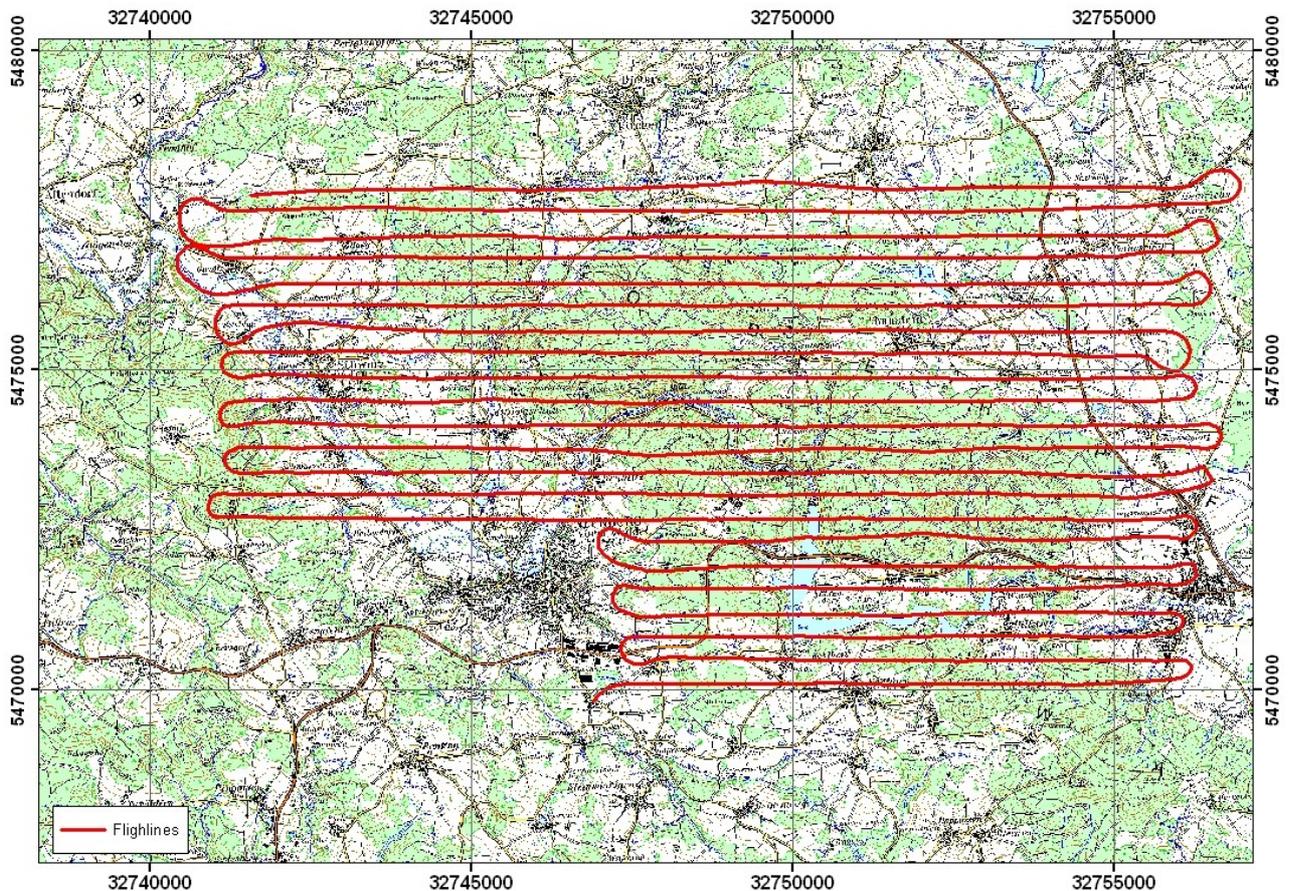
Corner	Longitude	Latitude
1	12° 19,821'	49° 24,325'
2	12° 31,225'	49° 23,987'
3	12° 30,945'	49° 19,791'
4	12° 24,839'	49° 19,974'
5	12° 24,876'	49° 21,349'
6	12° 19,612'	49° 21,528'

Originalauftrag

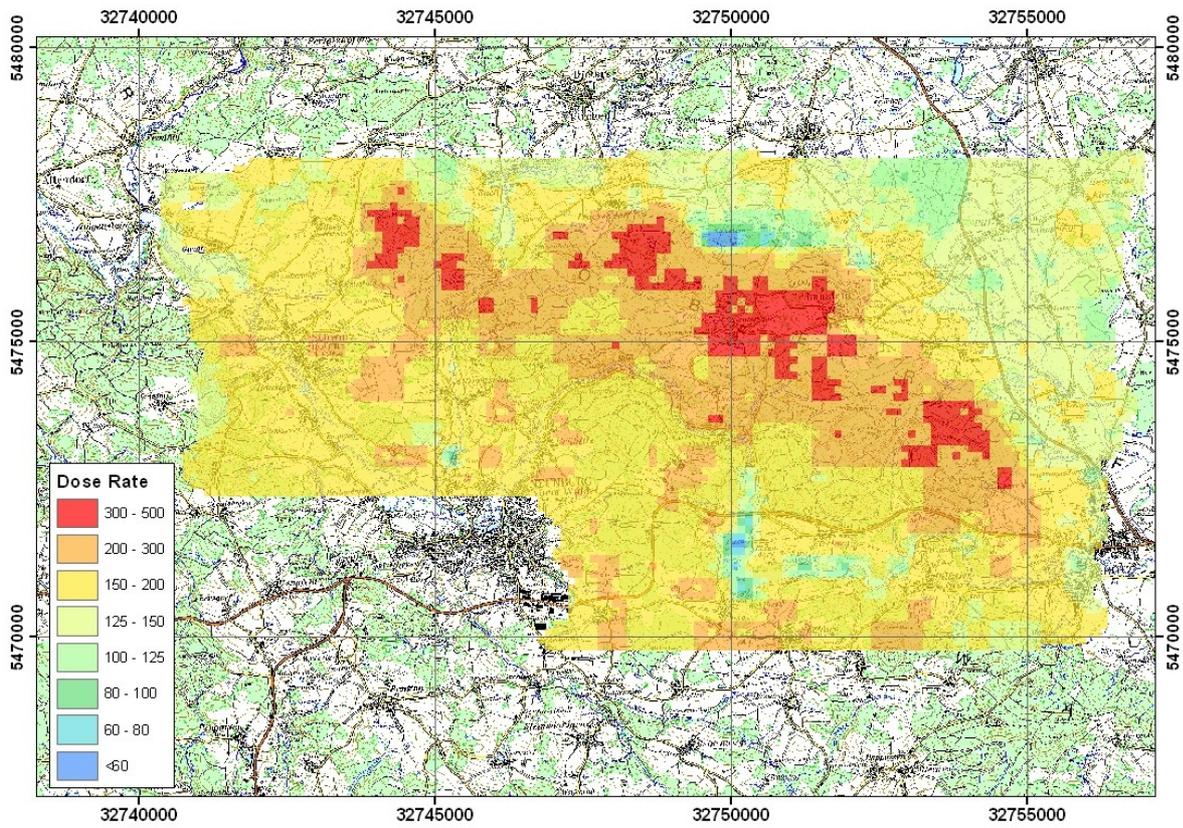
- Data evaluation:
- Specific activities of ^{214}Bi (609 keV) ^{1,3}
 - Specific activities of ^{214}Bi (1765 keV) ^{1,3}
 - Specific activities of ^{40}K ^{1,3}
 - Specific activities of ^{208}Tl ^{1,3}
 - Specific activities of ^{137}Cs ²
 - Total gamma dose rate (nSv / h)

- Mapping:
- Map of the flight trajectory
 - Flight altitude against measurement time
 - Maps of the spatial distribution of the evaluated radionuclides
(Colour scales for the individual radionuclides are added as annex)

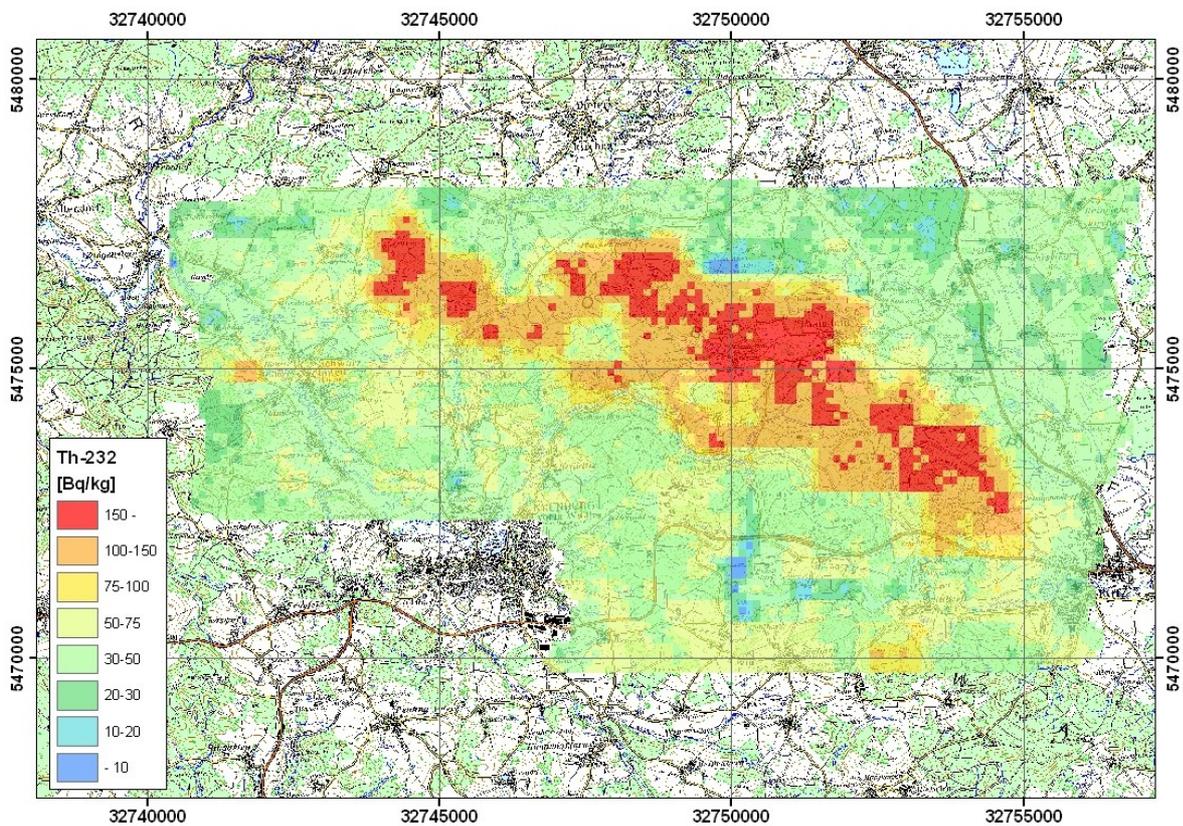
Karte Flugroute



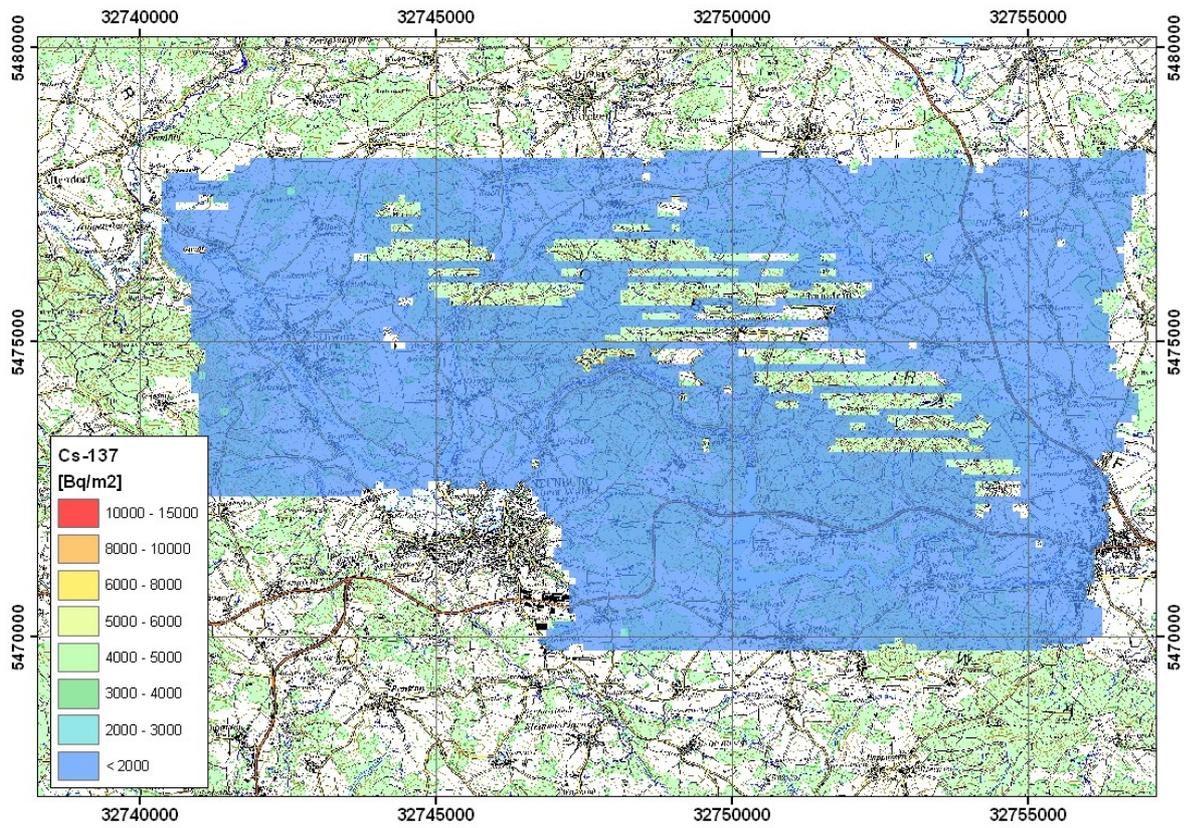
Dosisleistungskarte



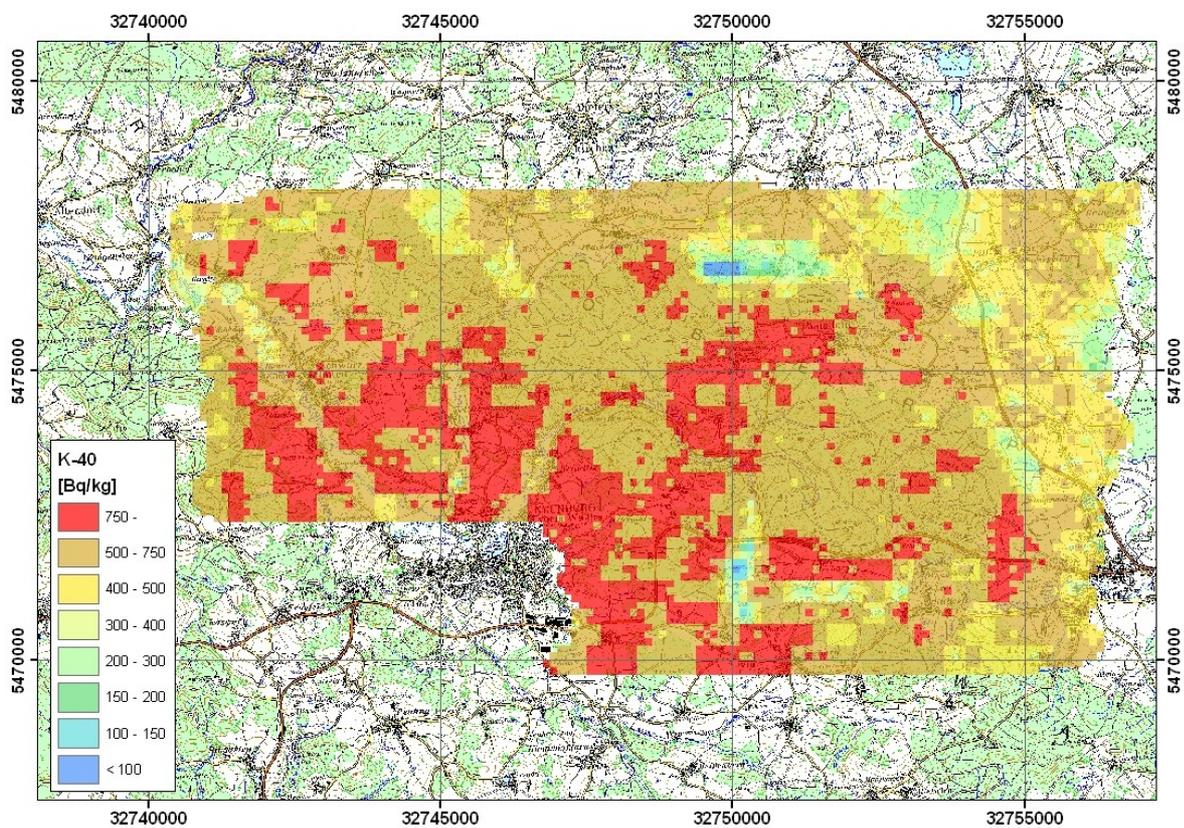
Thorium-Karte (^{232}Th)



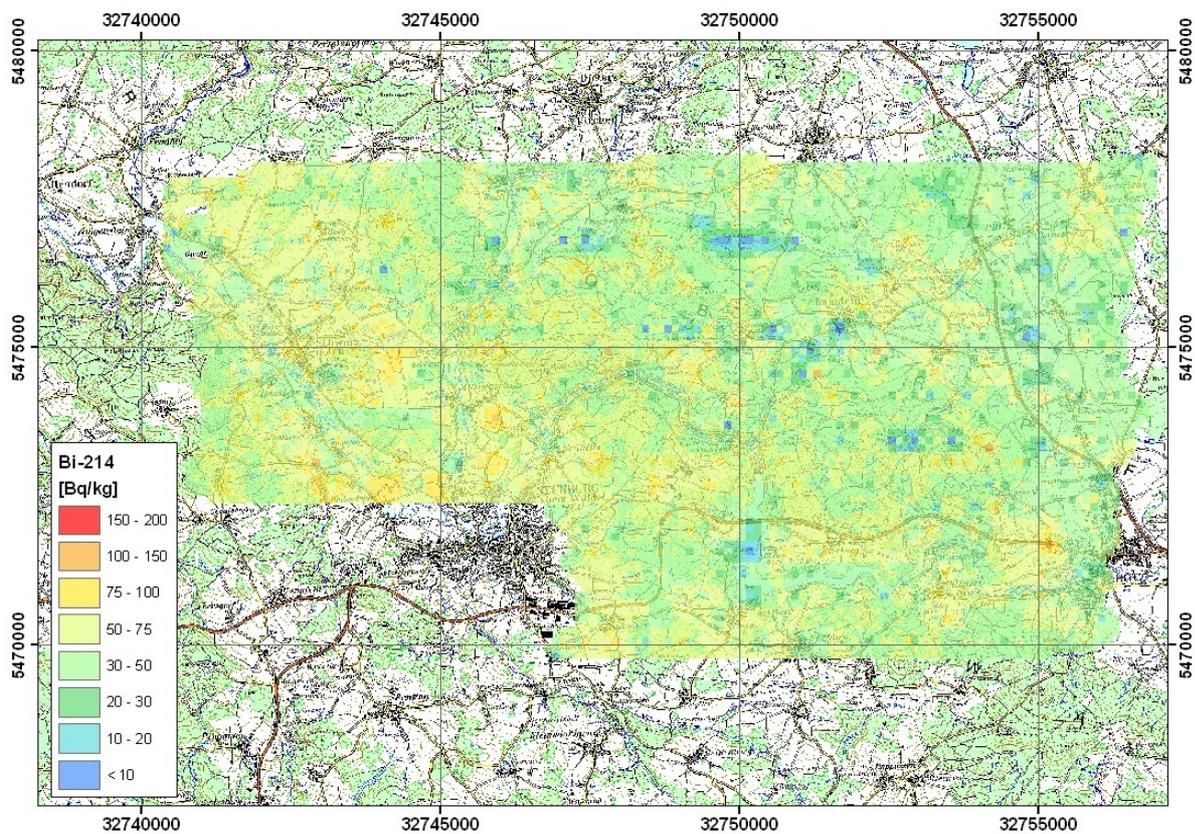
Caesium-Karte (^{137}Cs)



Kalium-Karte (^{40}K)



Bismut-Karte (^{214}Bi)



Wie aus der obenstehenden Cs-Karte ersichtlich, wurde keine künstliche Aktivität im Messgebiet festgestellt.

Hingegen sind erhöhte Werte natürlicher Nuklide nachgewiesen worden, insbesondere ^{232}Th und ^{40}K . Die ^{214}Bi -Karte zeigt, dass keine erhöhten Werte aus der ^{238}U Zerfallsreihe gefunden wurden.

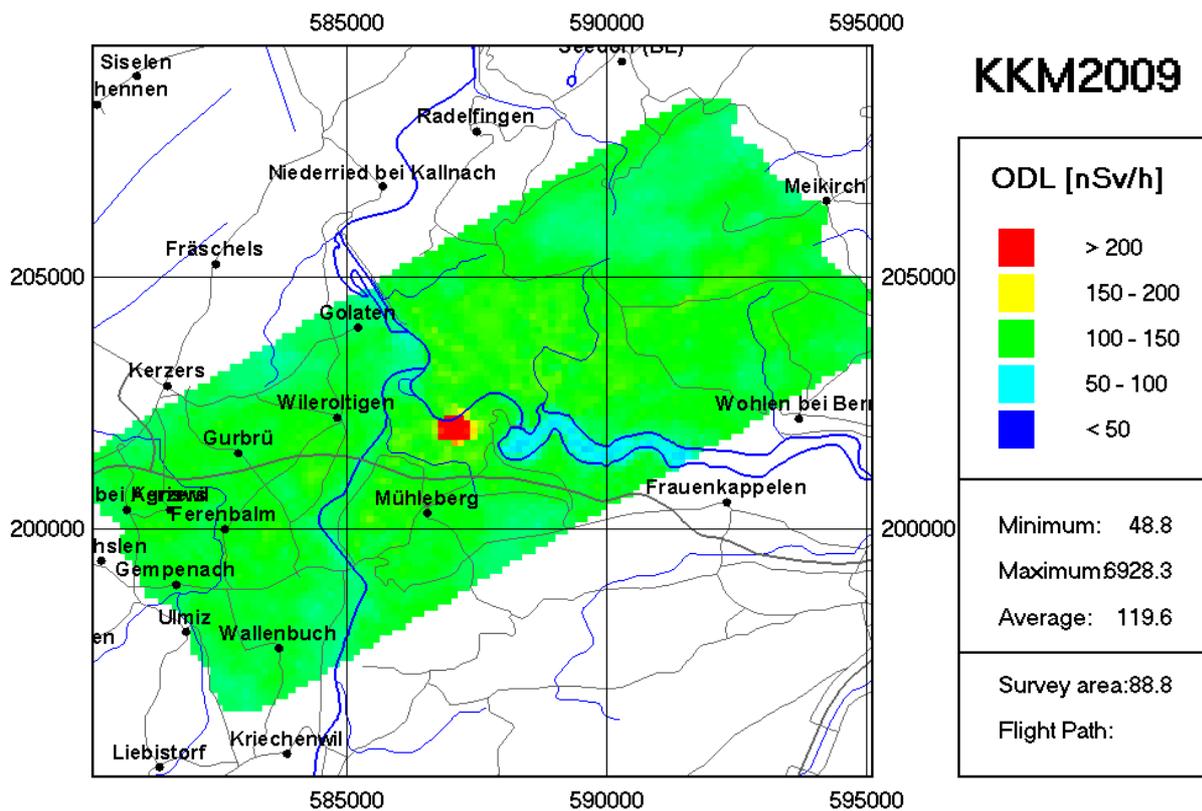
5. Resultat Messflug KKM

Kontrollmessung (Zweijahresrhythmus)

Datum: 26.06.2009
 Fluglinien: Abstand 250 m, Anzahl 24
 Flugzeit: 2 h 13 Min
 Fluggebiet: KKM; ca. 90 km²
 Flughöhe über Grund: ca. 100 m

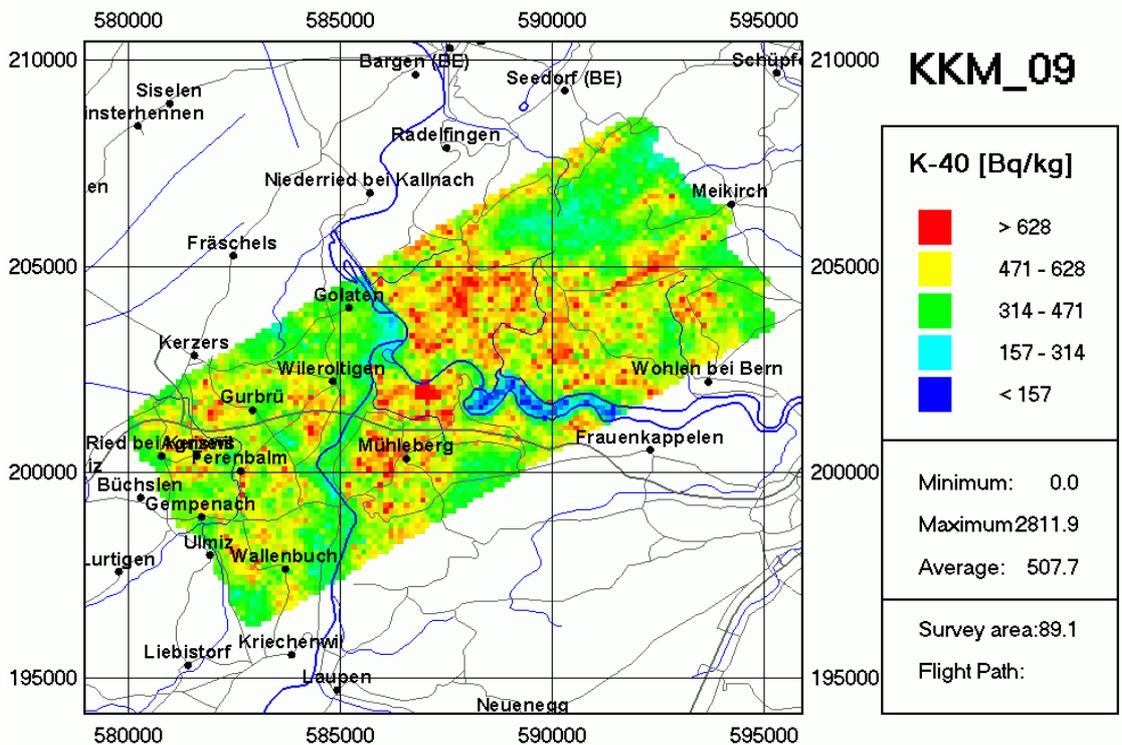
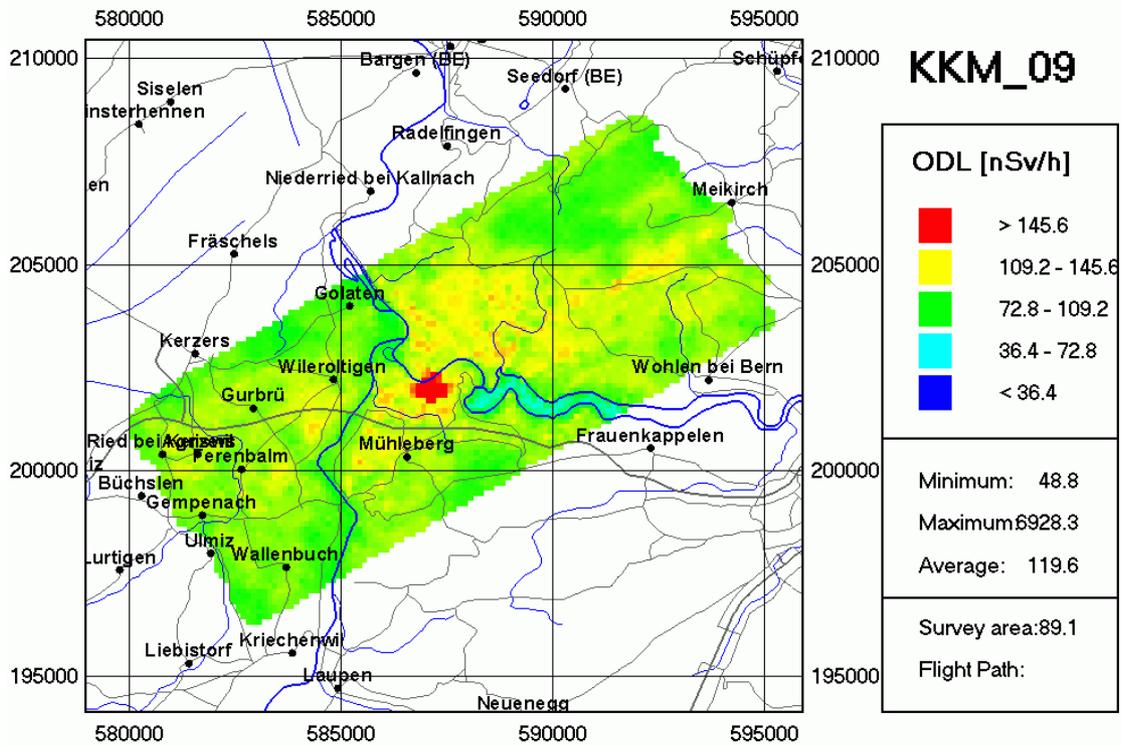
Dosisleistungskarte

In der ODL-Karte des Messgebietes KKM hebt sich das Kernkraftwerk deutlich von der Umgebung ab. Dies ist auf die Aktivierungsstrahlung über dem Maschinenhaus zurückzuführen, die bei Siedewasserreaktoren üblich ist. Deutlich sichtbar ist der Wohlensee mit tiefen Werten. Es konnten keine Messwerte festgestellt werden, die im Vergleich zu früheren Jahren erhöht sind.



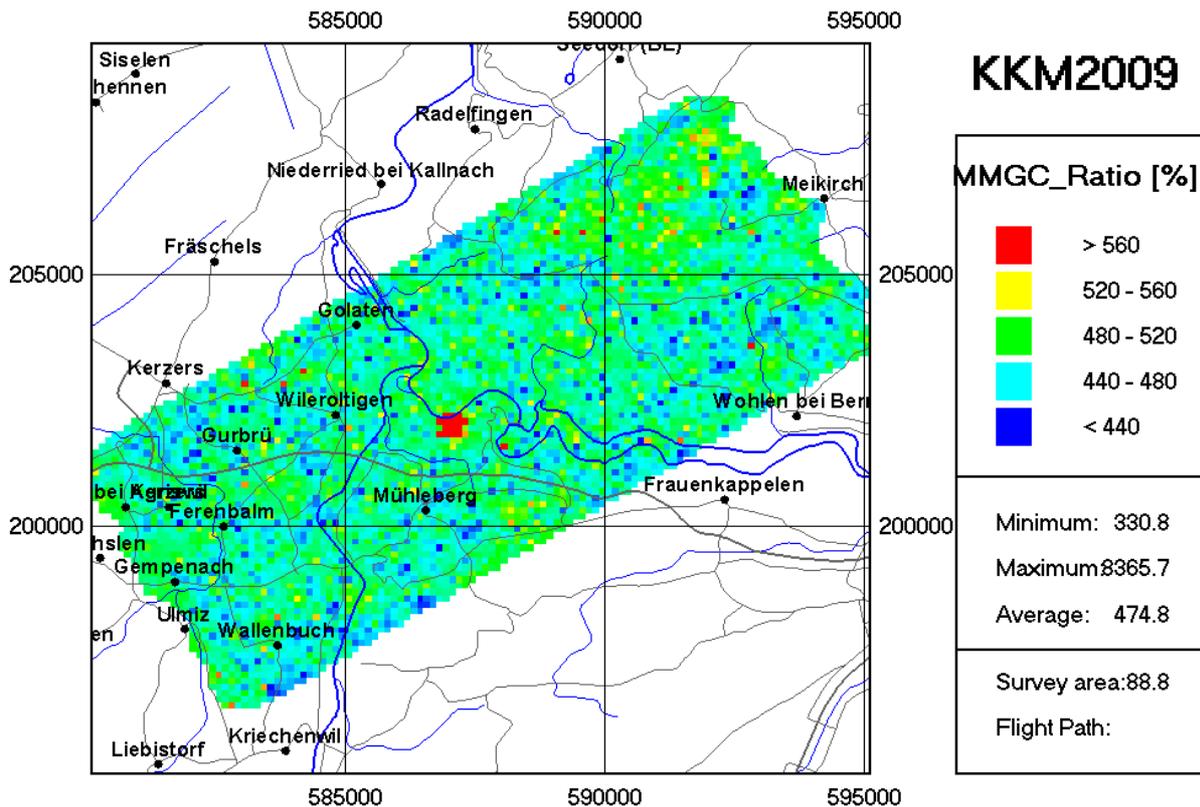
Vergleich Dosisleistungs- und Kalium-Karte (in stark gestrecktem Massstab)

Die ODL-Werte korrelieren mit der natürlichen ⁴⁰K Konzentration im Boden.



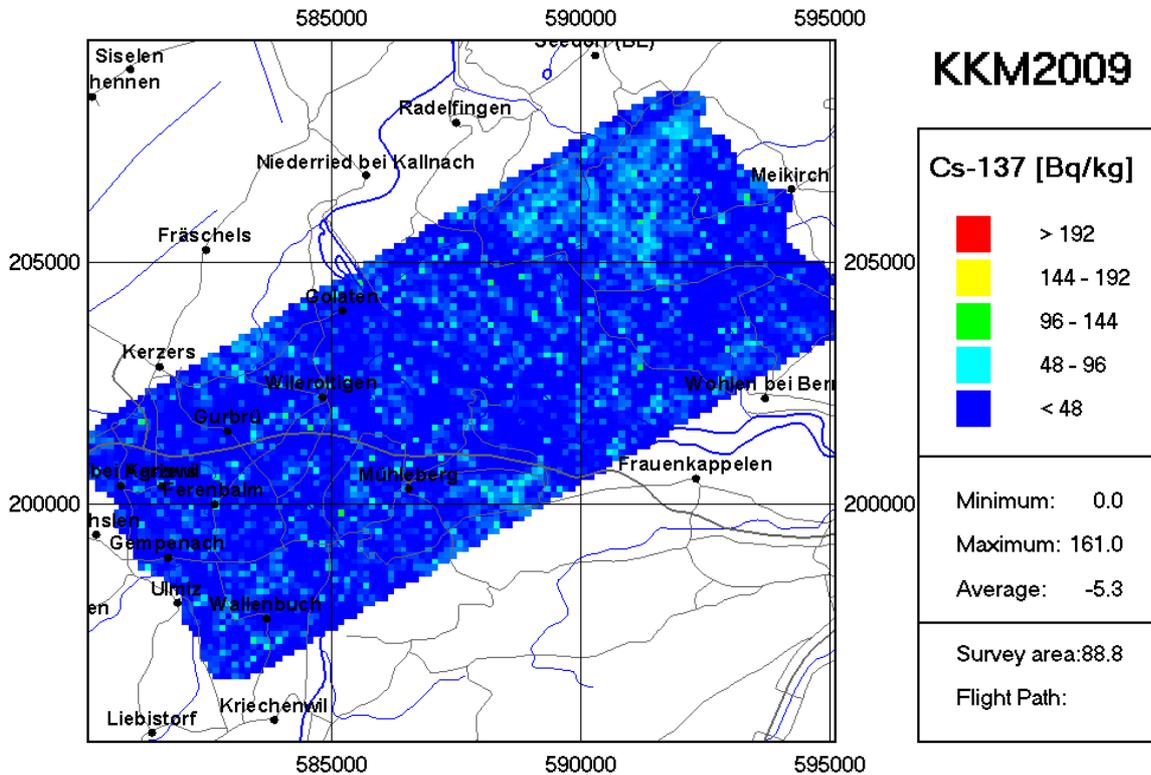
MMGC-Karte

Auf der nach dem ManMadeGrossCount-Ratio ausgewerteten Karte sind, analog zur ODL-Karte, über dem Standort des KKM deutlich erhöhte Werte zu erkennen. In der Umgebung kann man vereinzelt erhöhte Werte erkennen. Der Grund der lokalen Erhöhungen (z.B. oben rechts) liegt darin, dass die Folgeprodukte des natürlich vorkommenden Radon (^{222}Rn) durch die Niederschläge ausgewaschen und am Boden deponiert werden. Da die Folgeprodukte eine kurze Halbwertszeit haben, normalisieren sich die ODL-Werte innerhalb weniger Stunden wieder.



Caesium-Karte (^{137}Cs)

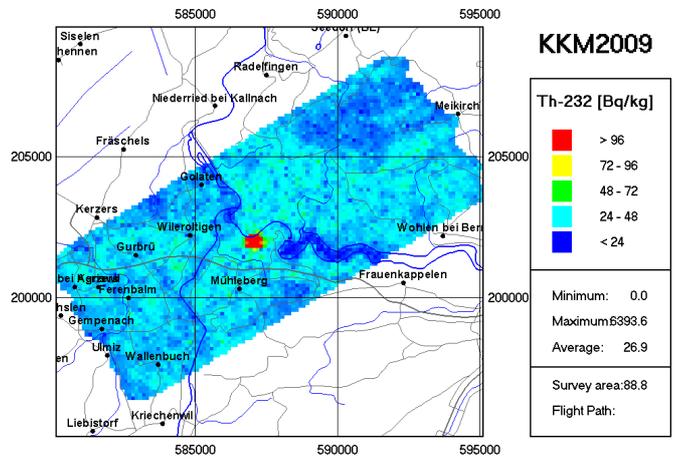
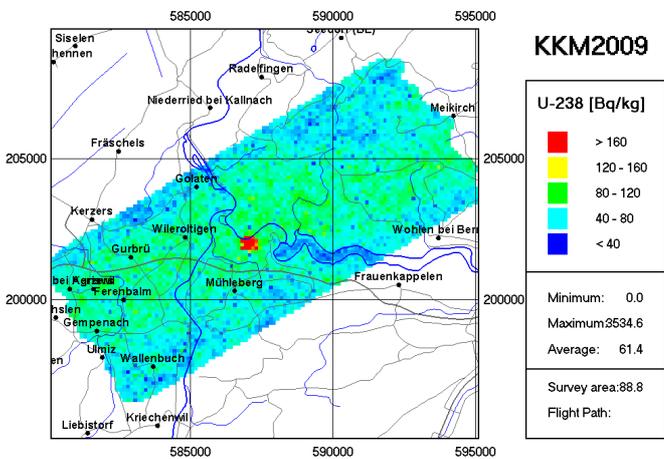
Auf der ^{137}Cs -Karte sind durchwegs tiefe Werte erkennbar. Wie in den letzten Jahren erkennt man einige Variationen im Messgebiet. Diese sind sehr wahrscheinlich auf Cs-Spuren vom Unfall in Tschernobyl zurückzuführen.



Andere Karten

Uran-Karte (^{238}U)

Thorium-Karte (^{232}Th)



6. Resultat Messflug KKG

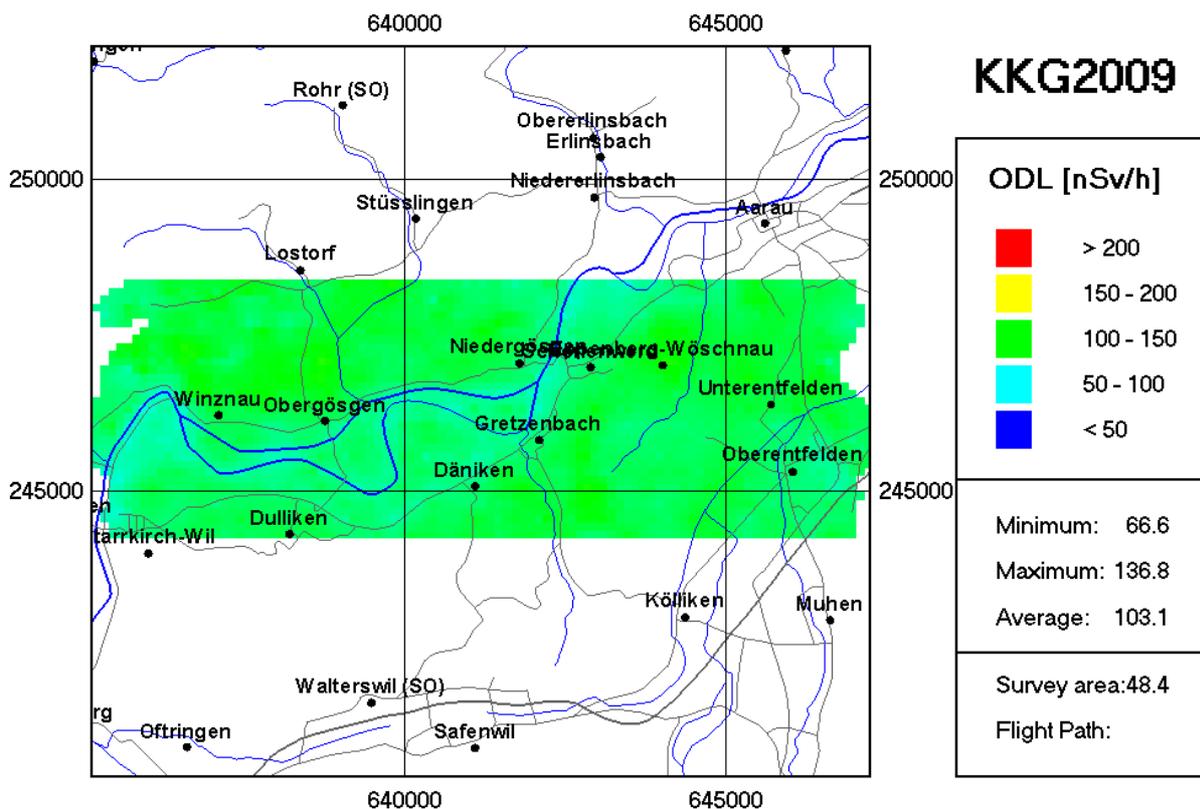
Kontrollmessung (Zweijahresrhythmus)

Datum: 26.06.2009
 Fluglinien: Abstand 250 m, 17 Linien
 Flugzeit: 1 h 30 Min
 Fluggebiet: KKG, ca. 50 km²
 Flughöhe über Grund: ca. 100 m

Dosisleistungskarte

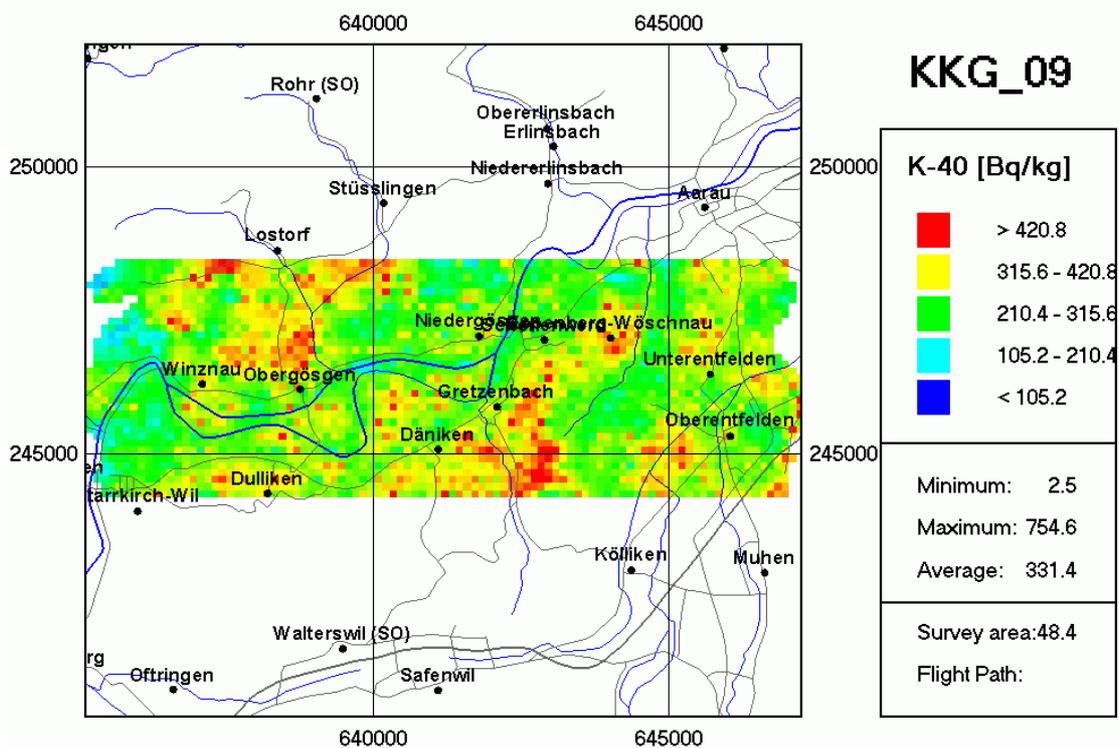
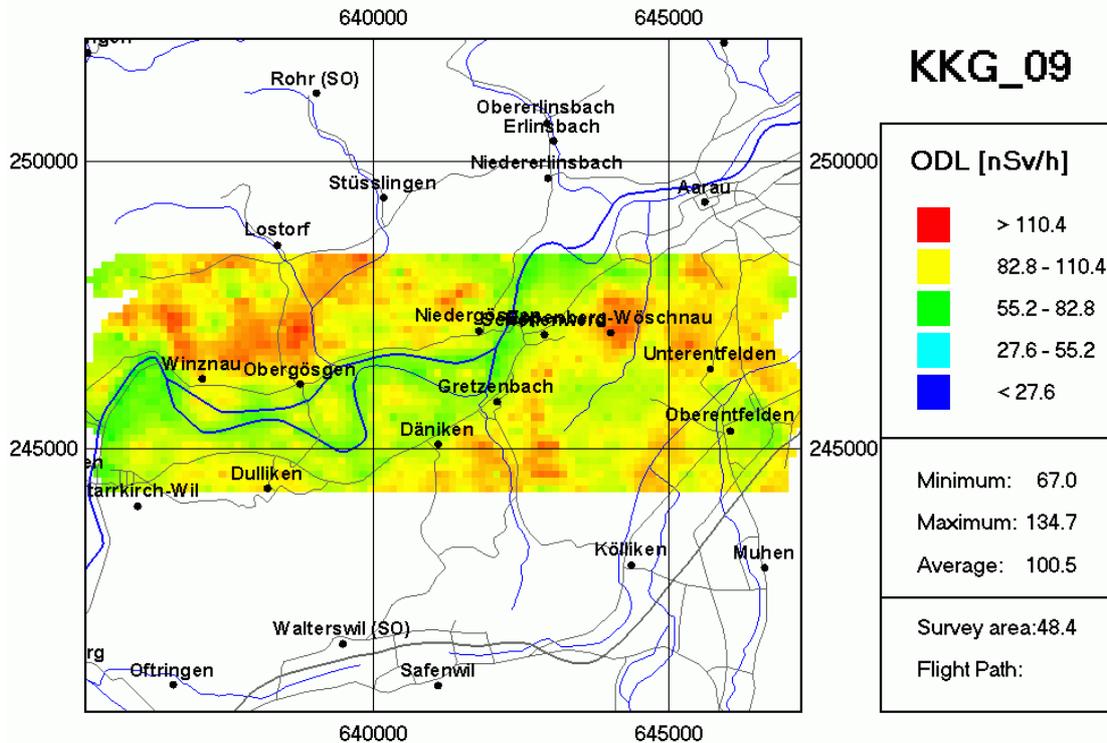
Die Dosisleistungswerte im Messgebiet KKW Gösgen zeigen gleiche Werte wie bei Messungen in früheren Jahren. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf unterschiedliche Vegetation, auf die Aare etc. zurückzuführen. Das KKW Gösgen ist auf der Karte wie in früheren Jahren nicht zu erkennen.

Auch die Bestrahlungsanlage der Studer Kabelwerke AG in Däniken/SO konnte nicht detektiert werden.



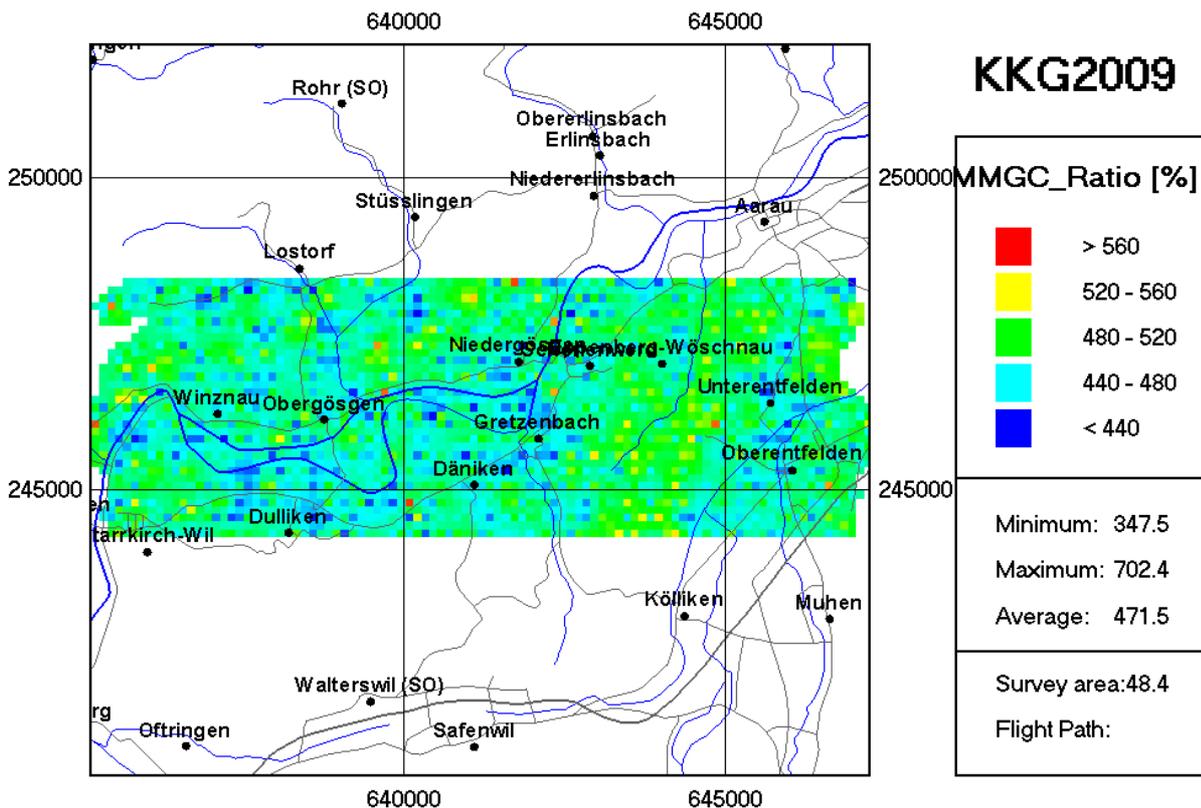
Vergleich Dosisleistungs- und Kalium-Karte (in stark gestrecktem Massstab)

Die ODL-Werte korrelieren mit der natürlichen ⁴⁰K Konzentration im Boden.



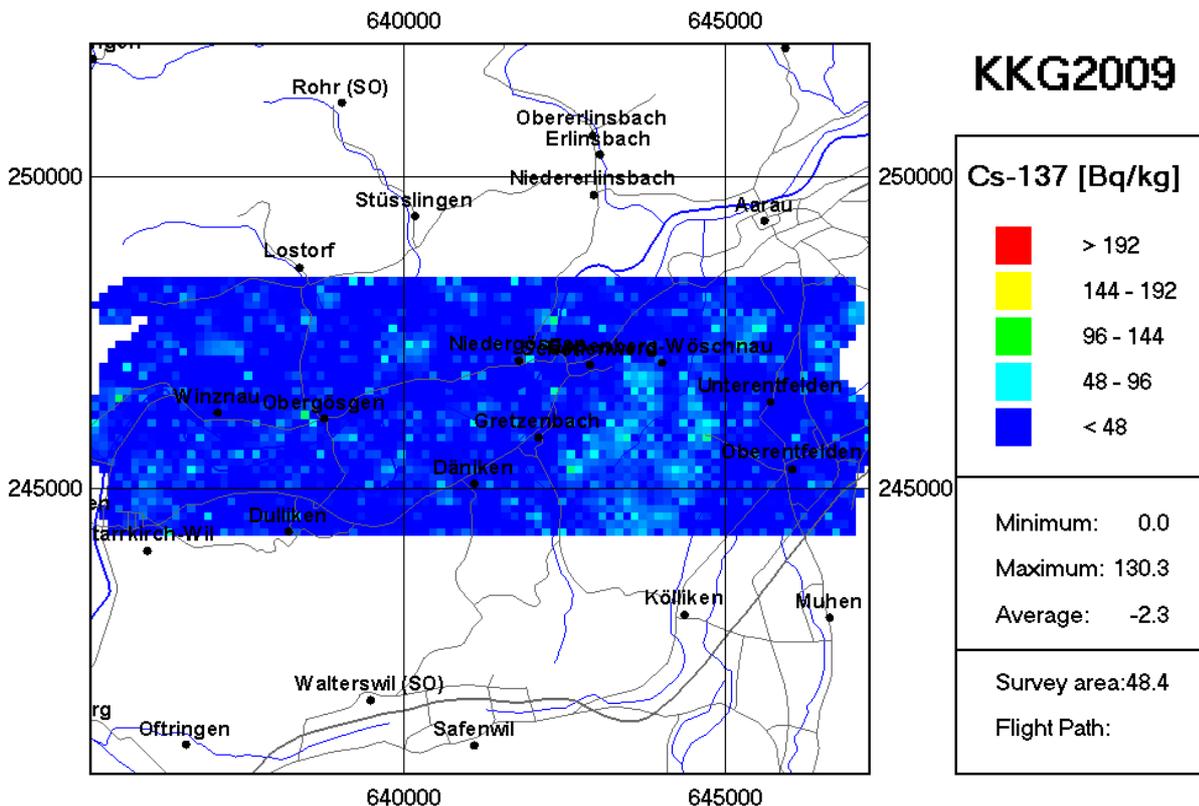
MMGC-Karte

Auf der nach der ManMadeGrossCount-Ratio ausgewerteten Karte sind, analog zur ODL-Karte, keine erhöhten Werte zu erkennen, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen. In der Umgebung kann man vereinzelt erhöhte Werte erkennen. Der Grund der lokalen Erhöhungen (z.B. oben rechts) liegt darin, dass die Folgeprodukte des natürlich vorkommenden Radon (^{222}Rn) durch die Niederschläge ausgewaschen und am Boden deponiert werden. Da die Folgeprodukte eine kurze Halbwertszeit haben, normalisieren sich die ODL-Werte innerhalb weniger Stunden wieder.



Caesium-Karte (¹³⁷Cs)

Es sind keine Werte zu erkennen, die auf ein erhöhtes Cs-Vorkommen hinweisen. Wie in den letzten Jahren erkennt man einige Variationen im Messgebiet. Diese sind sehr wahrscheinlich noch Cs-Spuren vom Unfall in Tschernobyl.



7. Erläuterungen zu den aeroradiometrischen Karten

(von Dr. B. Bucher, 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 (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.