



Dr. Anna Leonardi

30.05.08

---

## Messflüge 2008 vom 26.05. – 29.05.2008

### Kurzbericht über die Aeroradiometriemessflüge und Zusammenstellung der Resultate

---

Dieser Bericht ist unter [www.naz.ch](http://www.naz.ch) publiziert.

#### Verteiler:

- Teilnehmer
- NAZ: C NAZ, FBA, Zirkulation, Kdt Stab BR NAZ, C Sektion MO Stab BR NAZ
- HSK: G.Schwarz, B. Bucher
- Prof. L. Rybach
- ELTA
- Piloten
- BAG
- ABC Komp Zen
- INTERNET

INTEGRIERTES MANAGEMENTSYSTEM
ISO 9001 / 14001 OHSAS 18001

## **Inhalt:**

1.	<u>EINLEITUNG</u>	<u>3</u>
2.	<u>ZIELE DER MESSÜBUNG</u>	<u>3</u>
3.	<u>MESSFLUG KKB, KKL, PSI UND ZWILAG</u>	<u>4</u>
3.1.	<u>DOSISLEISTUNGSKARTE</u>	<u>4</u>
3.2.	<u>MMGC-KARTE</u>	<u>5</u>
3.3.	<u>CS-137 KARTE</u>	<u>6</u>
4.	<u>STÄDTEMESSUNGEN</u>	<u>7</u>
4.1.	<u>MESSFLUG STADT BERN</u>	<u>7</u>
4.1.1.	<u>DOSISLEISTUNGSKARTE</u>	<u>7</u>
5.	<u>MMGC-KARTE</u>	<u>8</u>
5.1.	<u>CS-137 KARTE</u>	<u>9</u>
5.2.	<u>MESSFLUG STADT GENÈVE</u>	<u>10</u>
5.2.1.	<u>DOSISLEISTUNGSKARTE</u>	<u>10</u>
5.2.2.	<u>MMGC-KARTE</u>	<u>11</u>
5.2.3.	<u>CS-137 KARTE</u>	<u>12</u>
5.3.	<u>KONTROLLMESSUNGEN IM RAUM BASEL</u>	<u>13</u>
5.3.1.	<u>DOSISLEISTUNGSKARTE</u>	<u>13</u>
5.3.2.	<u>MMGC-KARTE</u>	<u>14</u>
5.3.3.	<u>CS-137 KARTE</u>	<u>15</u>
5.4.	<u>KONTROLLMESSUNGEN IM RAUM AUGST / LIESTAL</u>	<u>16</u>
5.4.1.	<u>DOSISLEISTUNGSKARTE</u>	<u>16</u>
5.4.2.	<u>MMGC-KARTE</u>	<u>17</u>
5.4.3.	<u>CS-137 KARTE</u>	<u>18</u>
6.	<u>ERLÄUTERUNGEN ZU DEN AERORADIOMETRISCHEN KARTEN (VON DR. B. BUCHER, HSK)</u>	<u>19</u>

# 1. Einleitung

Jedes Jahr organisiert die Nationale Alarmzentrale NAZ eine einwöchige Aeroradiometrie-messübung. Die Übung dient sowohl der Überprüfung der Einsatzbereitschaft und dem Training von Messequipe und Piloten als auch der Messung des natürlichen Untergrunds. Mit Hilfe dieser Resultate kann bei einem Verdachtsfall eine Abweichung vom Normalzustand präzise festgestellt werden.

In der Messwoche vom 26. bis 29. Mai wurden Kontrollmessungen in der unmittelbaren Umgebung der kerntechnischen Anlagen von Beznau, Leibstadt, PSI und ZWILAG durchgeführt. Es wurden auch Karten der natürlichen Strahlung in Bern und Genf erstellt.

# 2. Ziele der Messübung

- Auffrischen der für einen Einsatz notwendigen Kenntnisse (Vorbereitung eines Einsatzes, Bedienung der Geräte im Einsatz, Auswertung und Interpretation der Resultate, Sofortauswertung im Feld)
- Kontrollmessungen in Zusammenarbeit mit der Aufsichtsbehörde HSK in der Umgebung der Kernkraftwerke Beznau und Leibstadt, sowie des ZWILAG und des PSI.
- Ausmessung der Städte Bern und Genf
- Kontrollmessungen im Raum Basel
- Überprüfung Einsatzdokumentation

### 3. Messflug KKB, KKL, PSI und ZWILAG

Kontrollmessung (Zweijahresrhythmus)

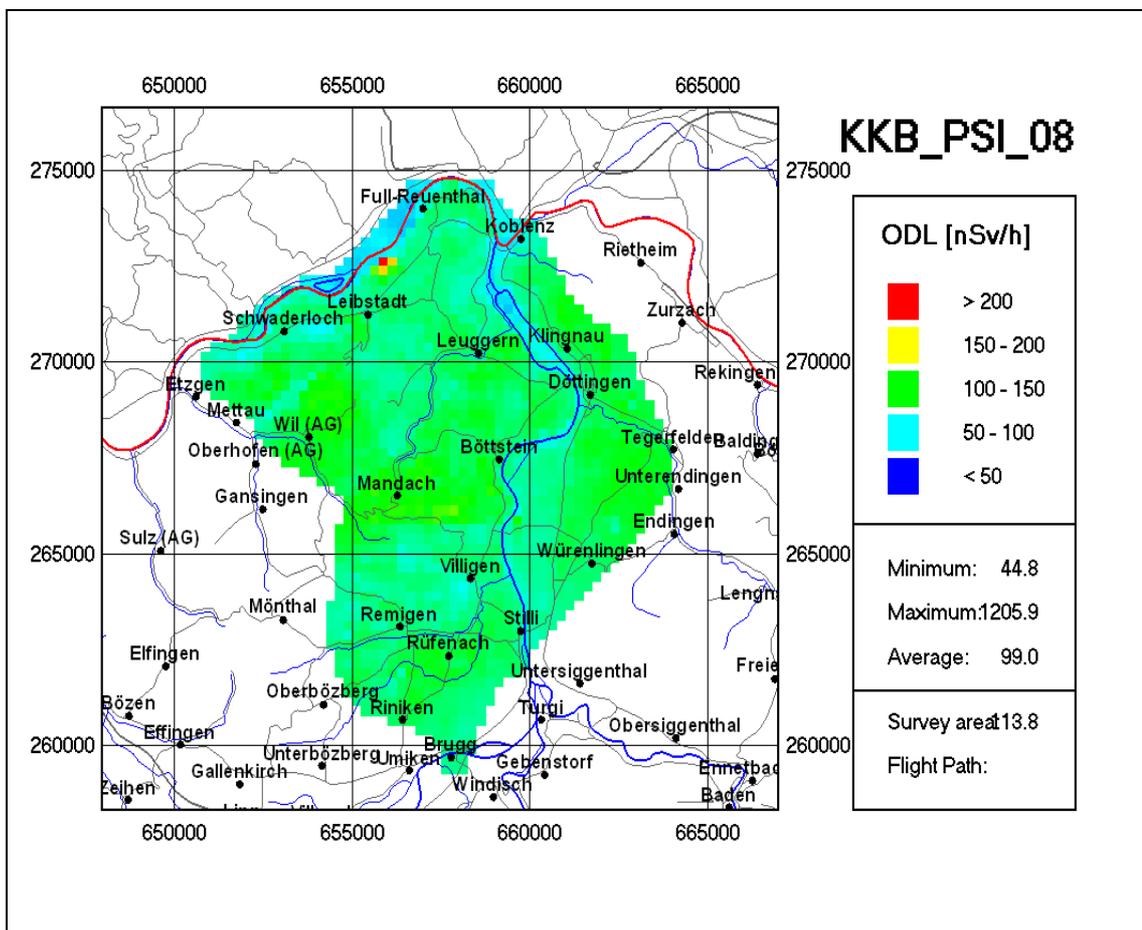
Datum: 26.05.2008  
 Fluggebiet: KKB – KKL – PSI – ZWILAG; ca. 90 km<sup>2</sup>  
 Fluglinien: Abstand 250 m, Anzahl 46  
 Flughöhe über Grund: ca. 100 m  
 Flugzeit: 4 h

#### 3.1. Dosisleistungskarte

Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt durchwegs normale Werte. Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind auf unterschiedliches Gelände zurückzuführen (z. B. Vegetation, Flüsse). Die Resultate entsprechen den Werten aus früheren Messungen.

Das KKW Leibstadt ist auf der Karte klar durch die erhöhten Werte über dem Maschinenhaus zu erkennen. Bei Siedewasserreaktoren gelangt radioaktives Material mit der Frischdampfleitung in das geringer abgeschirmte Maschinenhaus. Die ausgesendeten Photonen können dann durch die aeroradiometrische Messung nachgewiesen werden. Ausserhalb des umzäunten Areals konnten keine Werte festgestellt werden, die im Vergleich zu früheren Jahren erhöht sind.

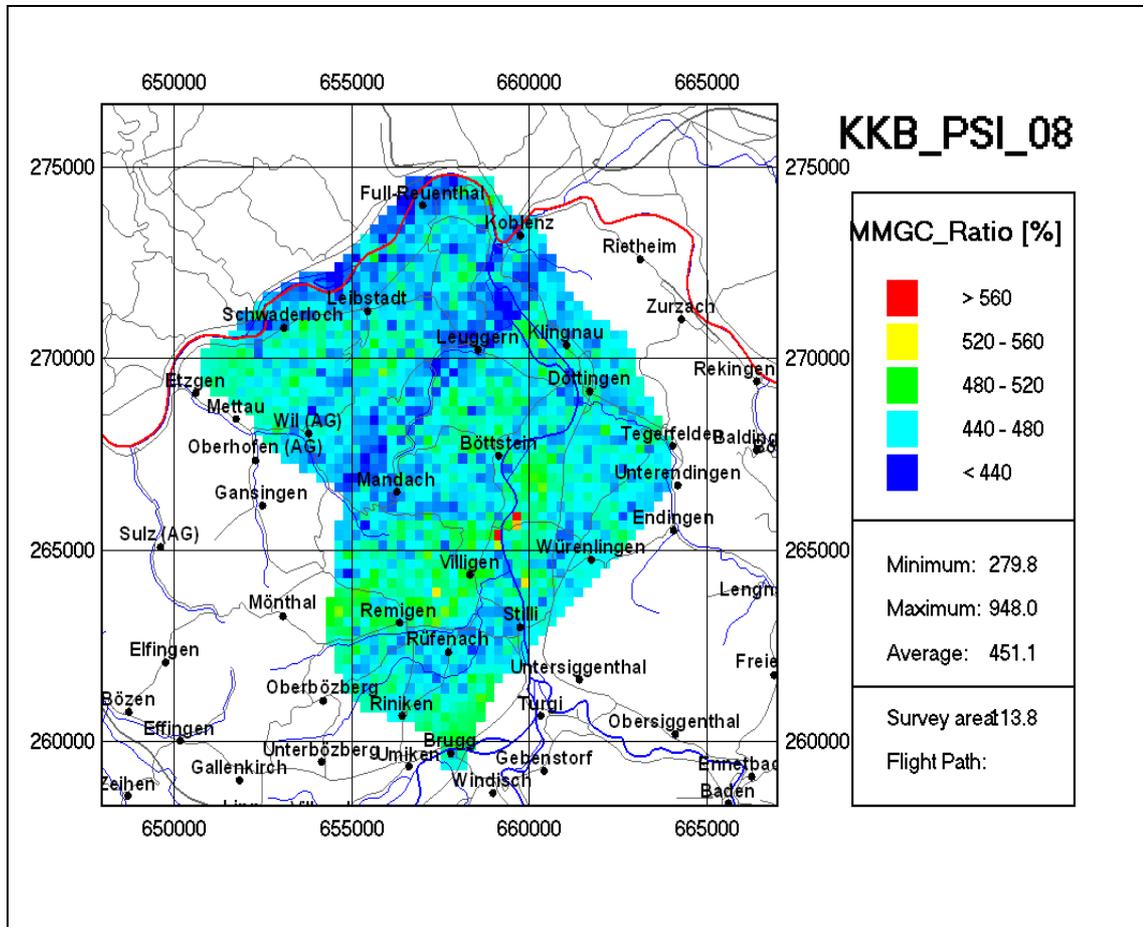
Das KKW Beznau sowie PSI und ZWILAG sind auf der Ortsdosisleistungskarte nicht sichtbar.



Figur 1: Karte der Ortsdosisleistung im Messgebiet KKB / KKL / PSI / ZWILAG

### 3.2. MMGC-Karte

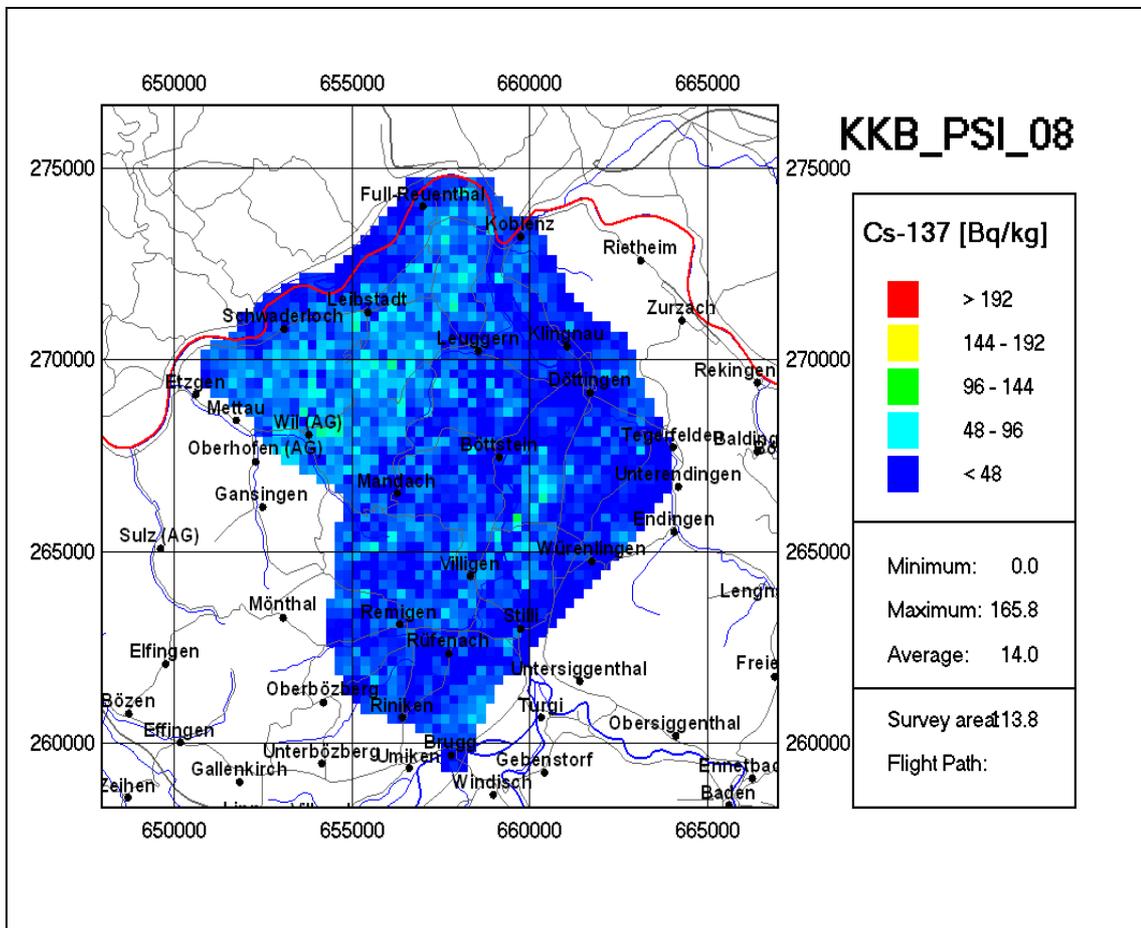
Auf der nach dem ManMadeGrossCount-Ratio ausgewerteten Karte sind leicht erhöhte Werte im Bereich des ZWILAG und PSI West zu erkennen, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen.



Figur 2: MMGC-Ratio im Messgebiet KKB / KKL / PSI / ZWILAG

### 3.3. Cs-137 Karte

Die Karte der Cs-137-Aktivität zeigt keine erhöhten Werte, die auf ein Vorkommen von radioaktivem Cäsium hinweisen würden.



Figur 3: Karte der Cs-137-Aktivität im Messgebiet KKB / KKL / PSI / ZWILAG

## 4. Städtemessungen

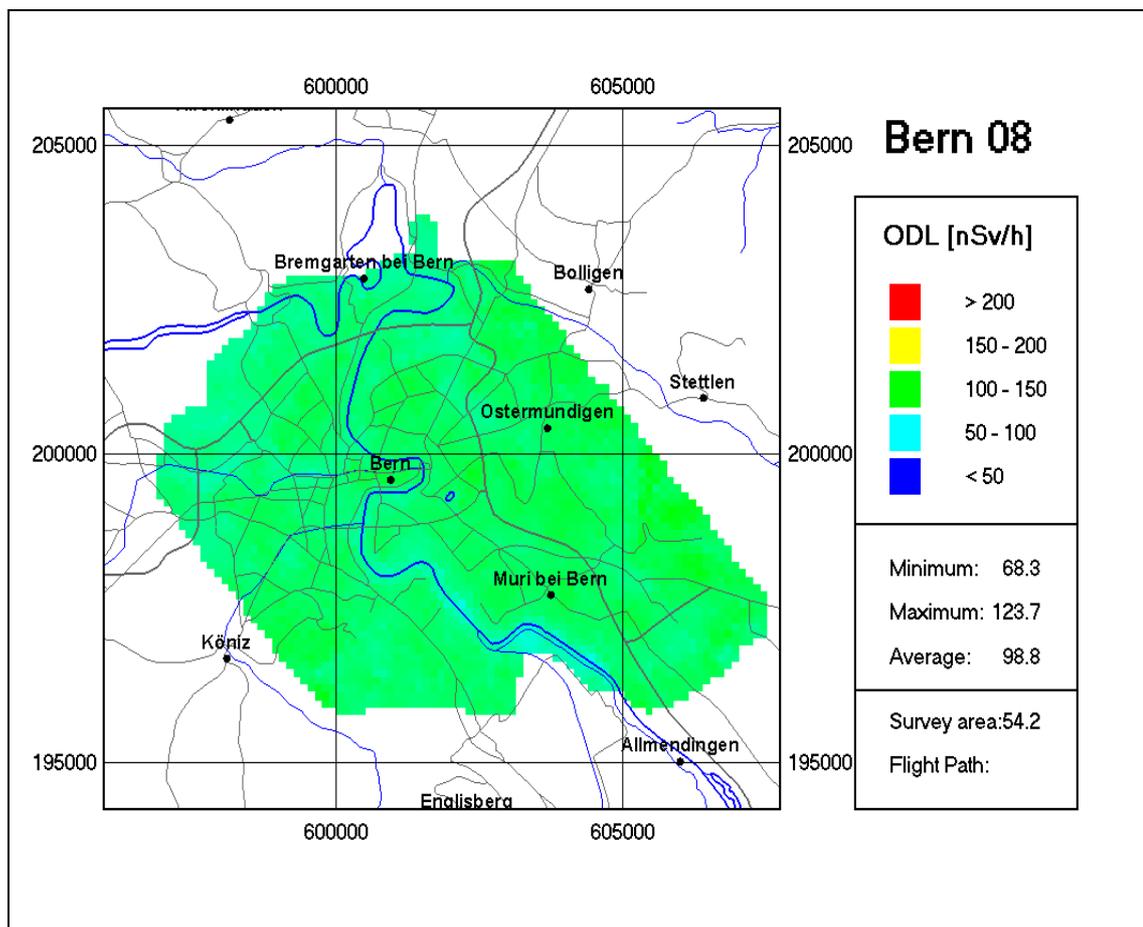
Im Rahmen der Standardmessprogramme wurden diese ARM-Dienstleistung die Städte Bern und Genf radiologisch kartographiert. Auf Wunsch der Kantone BS und BL wurden im Raum Basel zusätzlich Kontrollmessungen kleinerer Gebiete durchgeführt. Aufgrund der dichteren Überbauung wird in städtischen Gebieten aus messtechnischen Gründen mit einem Linienabstand von 125 m geflogen.

### 4.1. Messflug Stadt Bern

Datum: 27.05.2008  
Fluggebiet: Stadt Bern, 35 km<sup>2</sup>  
Fluglinien: Abstand 125 m, 36 Linien  
Flughöhe über Grund: ca. 100 m  
Flugzeit: 3 h

#### 4.1.1. Dosisleistungskarte

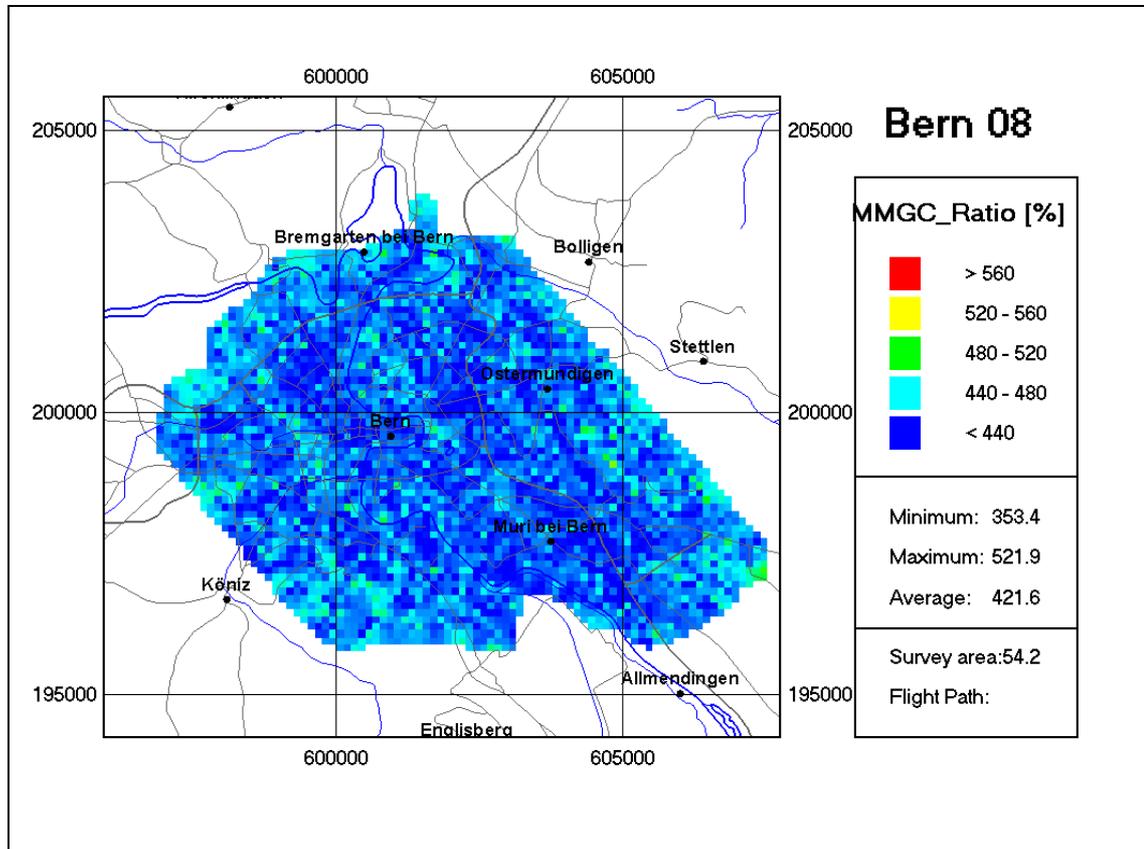
Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt durchgehend normale Werte. Diese stimmen mit dem Mittelwert überein, welcher im Schweizer Mittelland erwartet wird (Wertebereich zwischen 50 nSv/h und 120 nSv/h). Die beobachteten Variationen im Messgebiet sind im Wesentlichen auf Unterschiede in der Geländeart (Vegetation, Gewässer) zurückzuführen.



Figur 4: Karte der Ortsdosisleistung im Messgebiet Stadt Bern

#### 4.1.2. MMGC-Karte

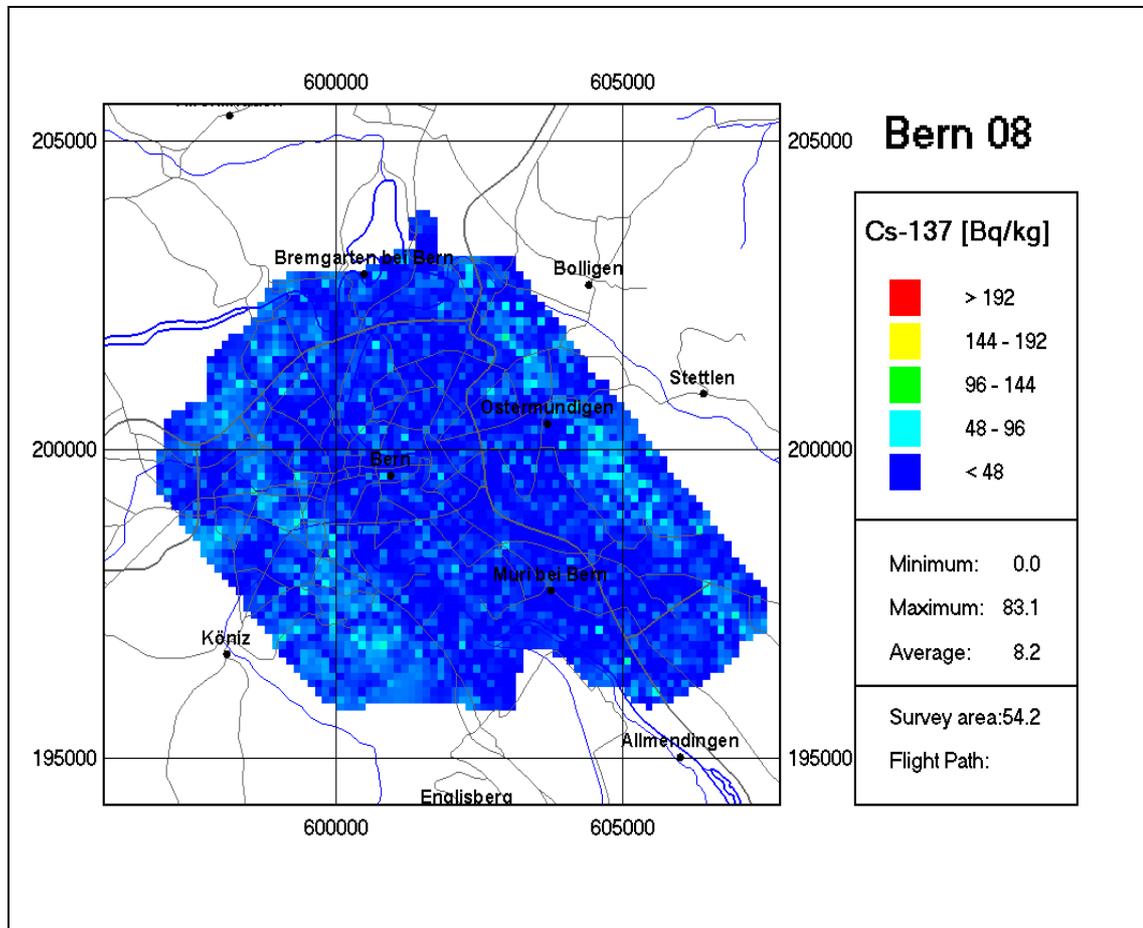
Auch die MMGC-Karte zeigt keine erhöhten Werte, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen würden.



Figur 5: MMGC- Ratio im Messgebiet Stadt Bern

### 4.1.3. Cs-137 Karte

Die Karte der Cs-137-Aktivität zeigt analog zur ODL-Karte keine erhöhten Werte, die auf ein Vorkommen von radioaktivem Cäsium hinweisen würden.



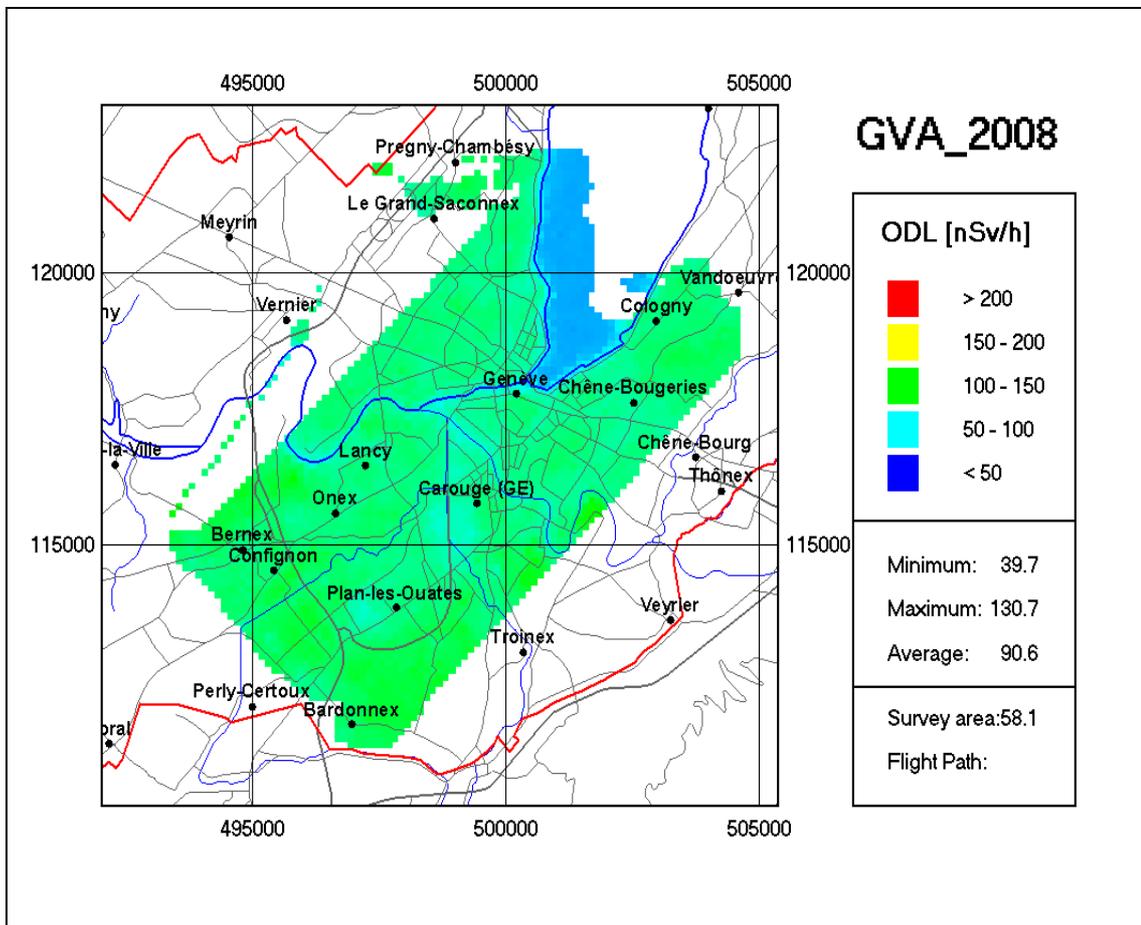
Figur 6: Karte der Cs-137-Aktivität im Messgebiet Stadt Bern

## 4.2. Messflug Stadt Genf

Datum: 28.05.2008  
Fluggebiet: Stadt Genf, 45 km<sup>2</sup>  
Fluglinien: Abstand 125 m, 41 Linien  
Flughöhe über Grund: ca. 100 m  
Flugzeit: 3 h

### 4.2.1. Dosisleistungskarte

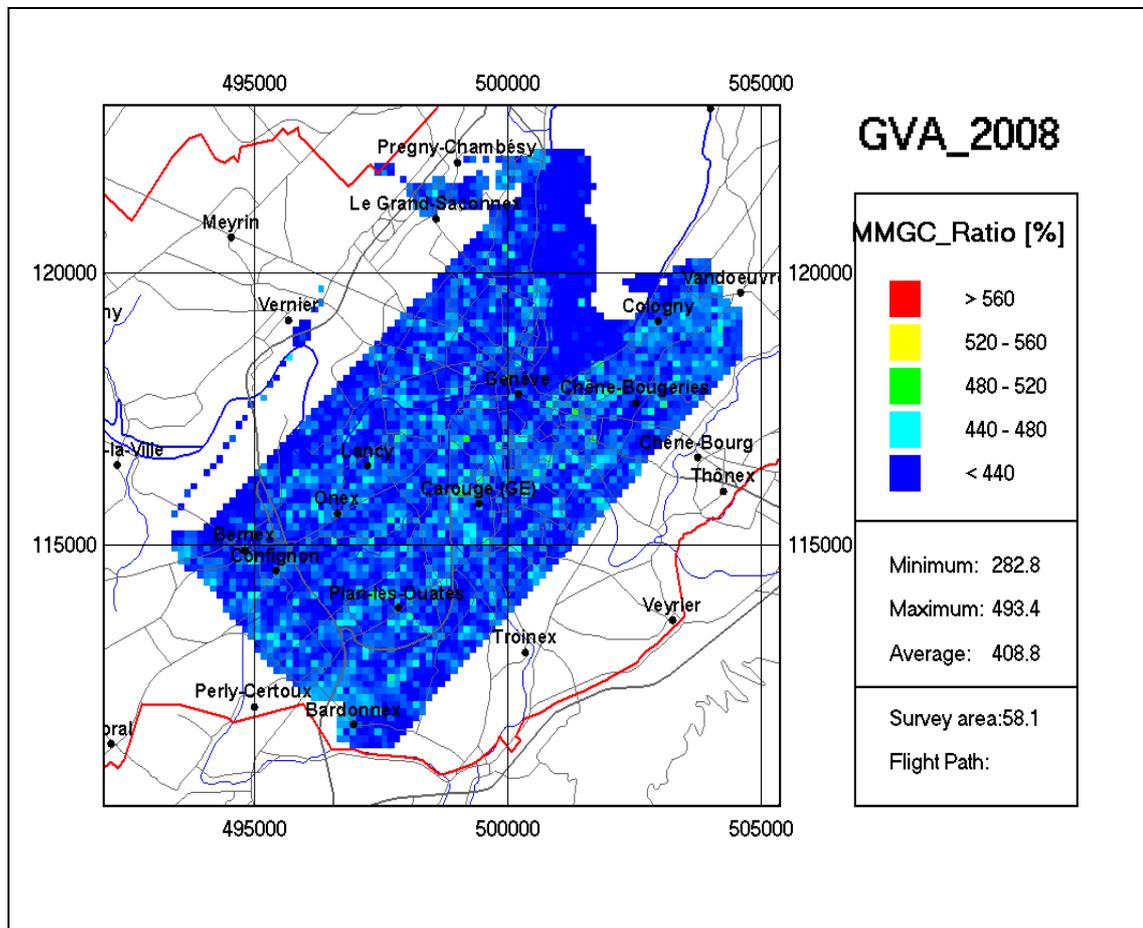
Die Karte der Ortsdosisleistung für die Stadt Genf zeigt durchgehend normale Werte. Die Schwankungen der Dosisleistung sind auf unterschiedliche Bebauungsdichte und grüne Zonen zurückzuführen. Der nordöstliche Bereich des Fluggebietes liegt über dem Genfersee, wo wegen der Abschirmung der terrestrischen Strahlung durch das Wasser tiefere Werte gemessen wurden.



Figur 7: Karte der Ortsdosisleistung im Messgebiet Stadt Genf

#### 4.2.2. MMGC-Karte

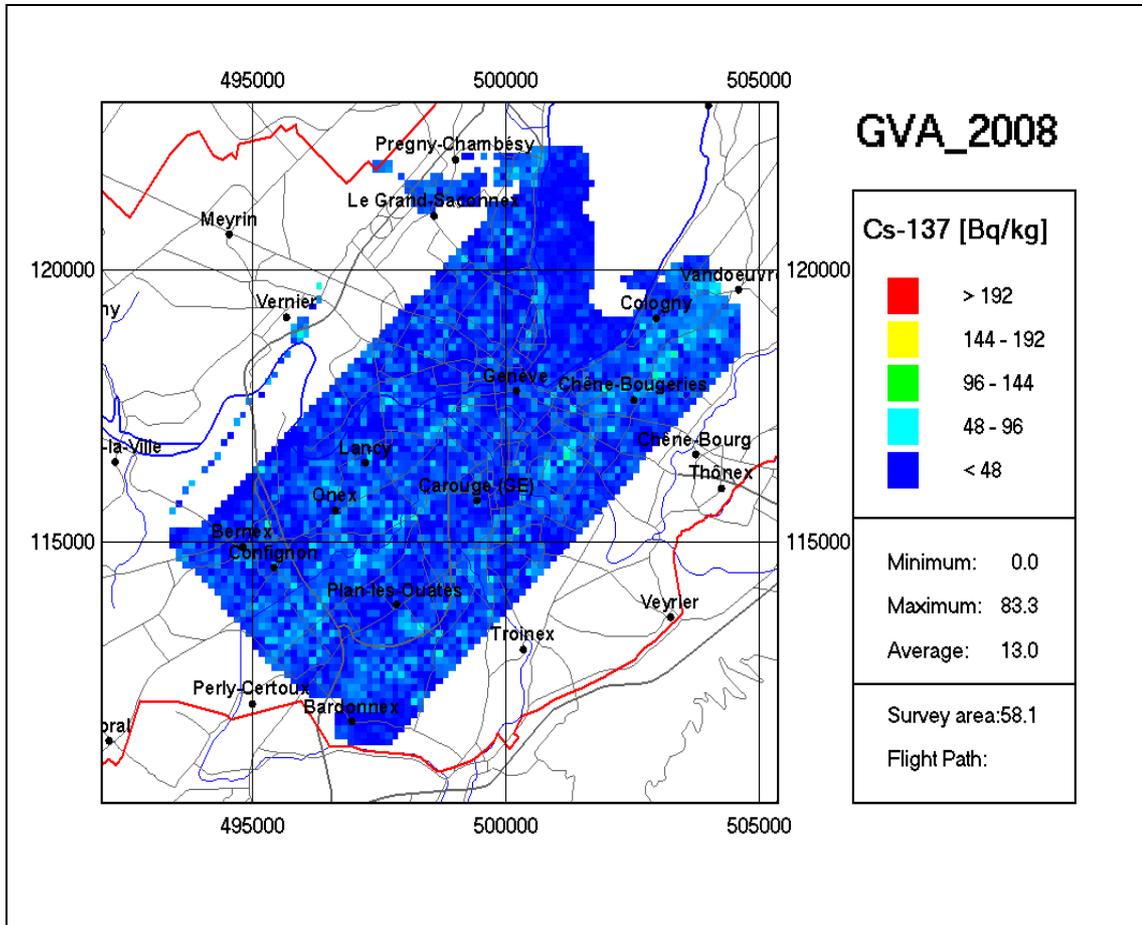
Auf der nach der ManMadeGrossCount-Ratio ausgewerteten Karte sind keine erhöhten Werte zu erkennen, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen würden.



Figur 8: MMGC-Ratio im Messgebiet Stadt Genf

### 4.2.3. Cs-137 Karte

Die Karte der Cs-137-Aktivität zeigt keine erhöhten Werte, die auf ein Vorkommen von radioaktivem Cäsium hinweisen würden.



Figur 9: Karte der Cs-137-Aktivität im Messgebiet Stadt Genf

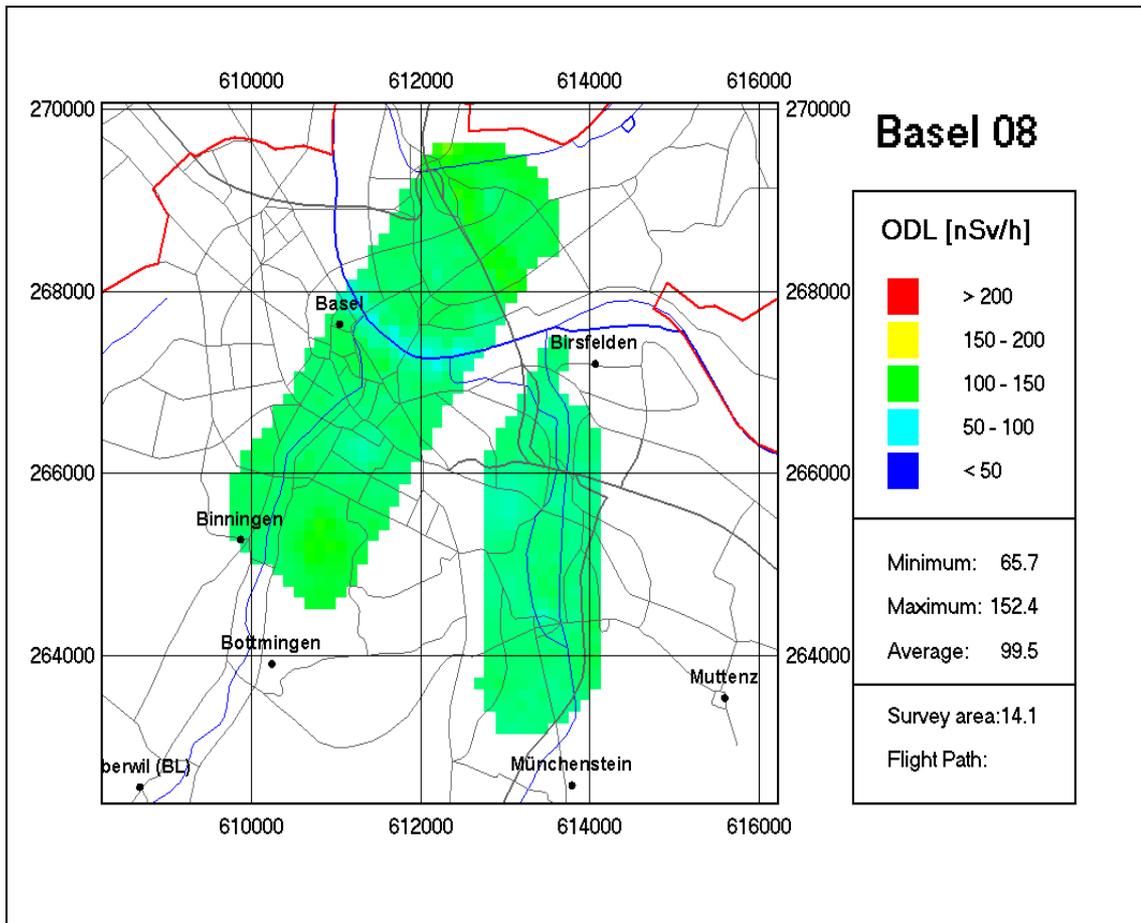
### 4.3. Kontrollmessungen im Raum Basel

Datum: 29.05.2008  
Fluggebiete: Raum Basel  
Fluglinien: Abstand 125 m  
Flughöhe über Grund: ca. 100 m  
Flugzeit: 1,0 h

Die Kontrollmessungen wurden von den Kantonen Basel Stadt und Land kurzfristig gewünscht. Das Messprogramm wurde entsprechend angepasst.

#### 4.3.1. Dosisleistungskarte

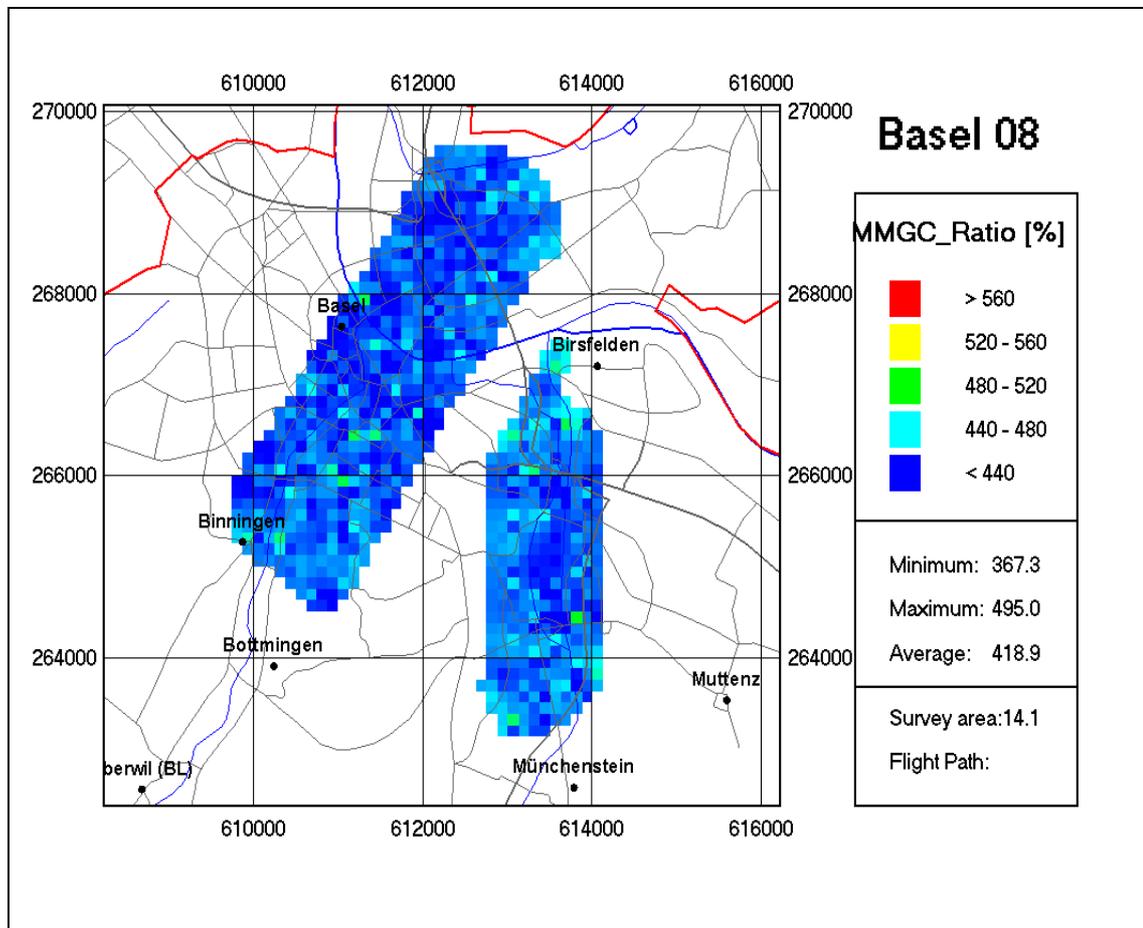
Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt durchgehend normale Werte. Die Schwankungen der Dosisleistung ist auf unterschiedliche Bebauungsdichte und grüne Zonen zurückzuführen. Es wurden keine Abweichungen von den im Jahr 2007 durchgeführten Messungen festgestellt.



Figur 10: Karte der Ortsdosisleistung im Messgebiet Basel-Stadt

### 4.3.2. MMGC-Karte

Auf der nach der ManMadeGrossCount-Ratio ausgewerteten Karte sind keine erhöhten Werte zu erkennen, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen würden. Die Resultate entsprechen den Werten aus den Messungen von 2007.

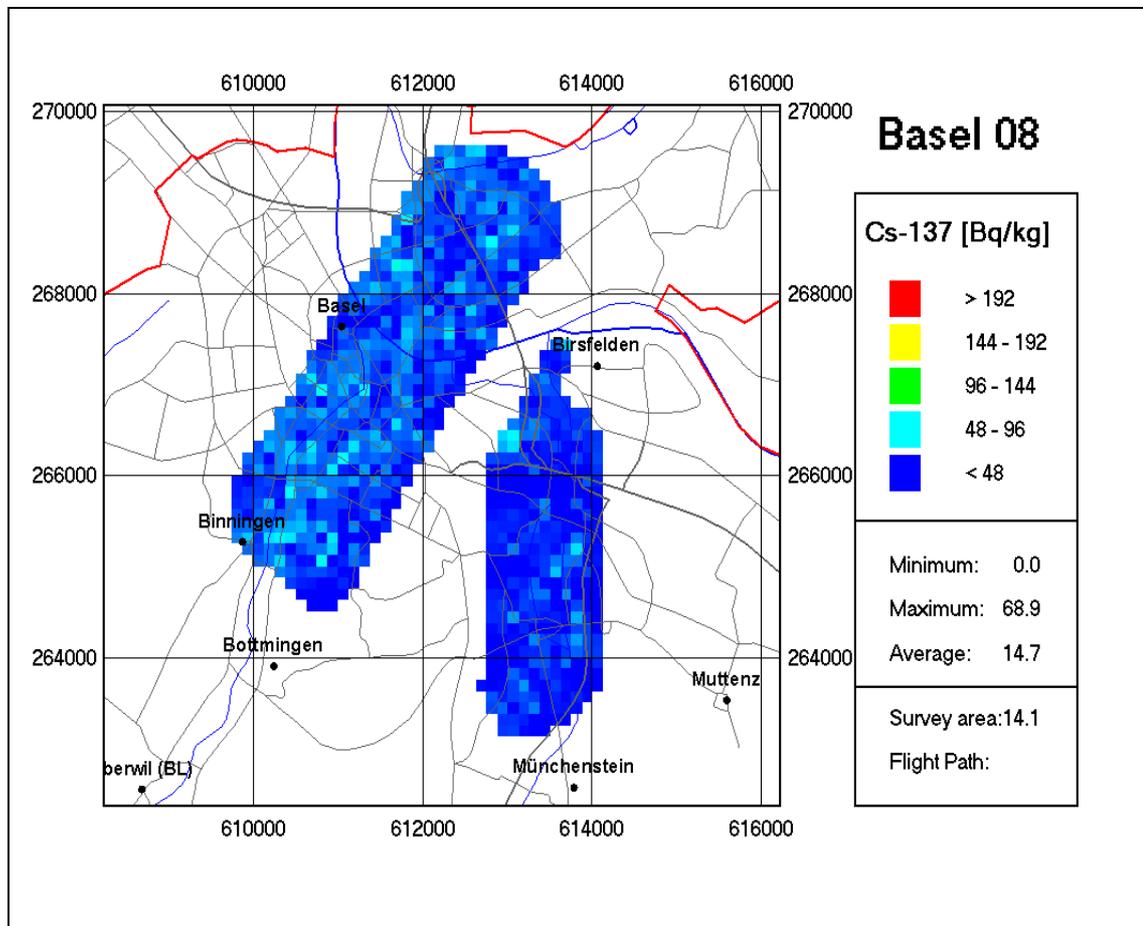


Figur 11: MMGC-Ratio im Messgebiet Basel-Stadt

### 4.3.3. Cs-137 Karte

Die Cs-Karte zeigt analog zur ODL-Karte keine erhöhten Werte, die auf ein Vorkommen von radioaktiven Cäsium hinweisen würden.

Mit der verwendeten Messmethode werden ungeschirmte Quellen ab einer Stärke von ca. 500 MBq erkannt.



Figur 12: Karte Cs-137-Aktivität im Messgebiet Basel-Stadt

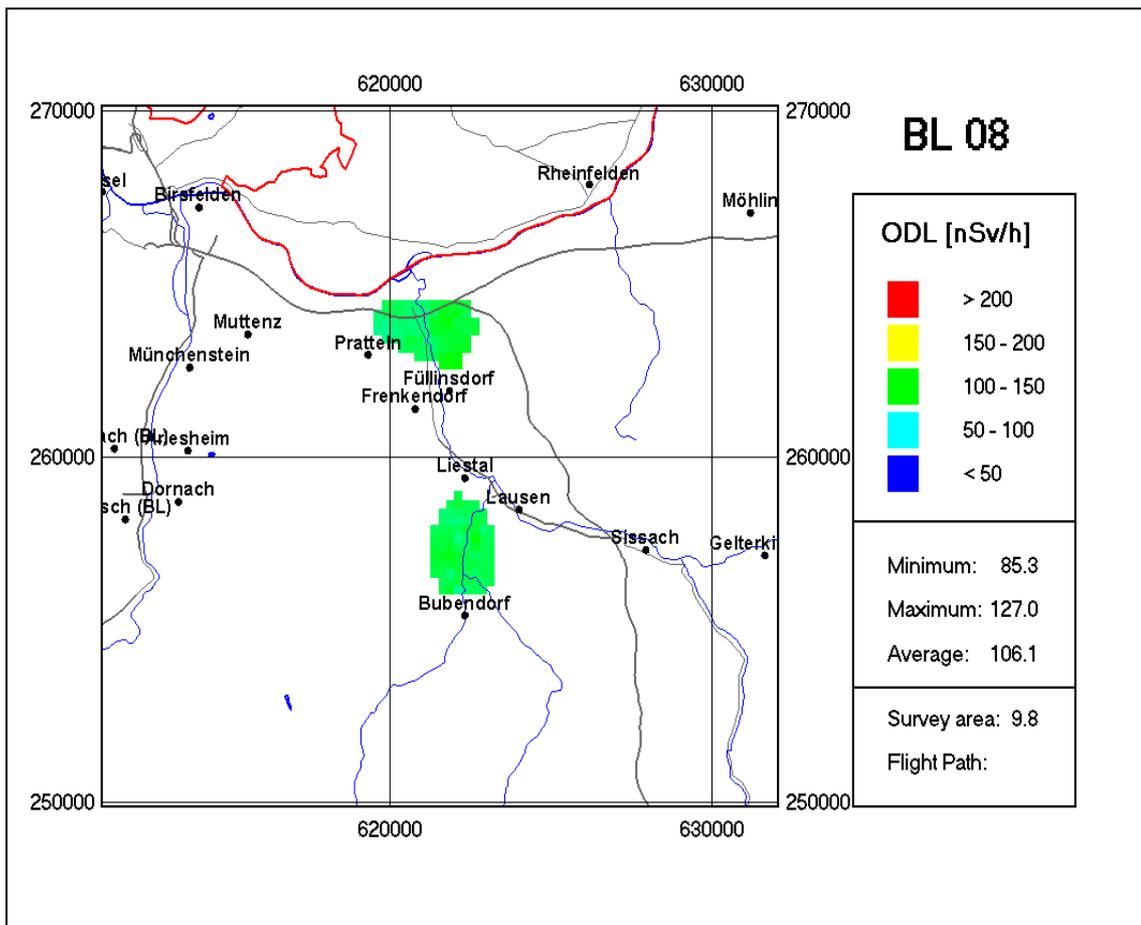
#### 4.4. Kontrollmessungen im Raum Augst / Liestal

Datum: 29.05.2008  
Fluggebiete: Raum Liestal  
Fluglinien: Abstand 250 m  
Flughöhe über Grund: ca. 100 m  
Flugzeit: 0,1 h

Die Kontrollmessungen wurden von den Kantonen Basel Stadt und Land kurzfristig gewünscht. Das Messprogramm wurde entsprechend angepasst.

##### 4.4.1. Dosisleistungskarte

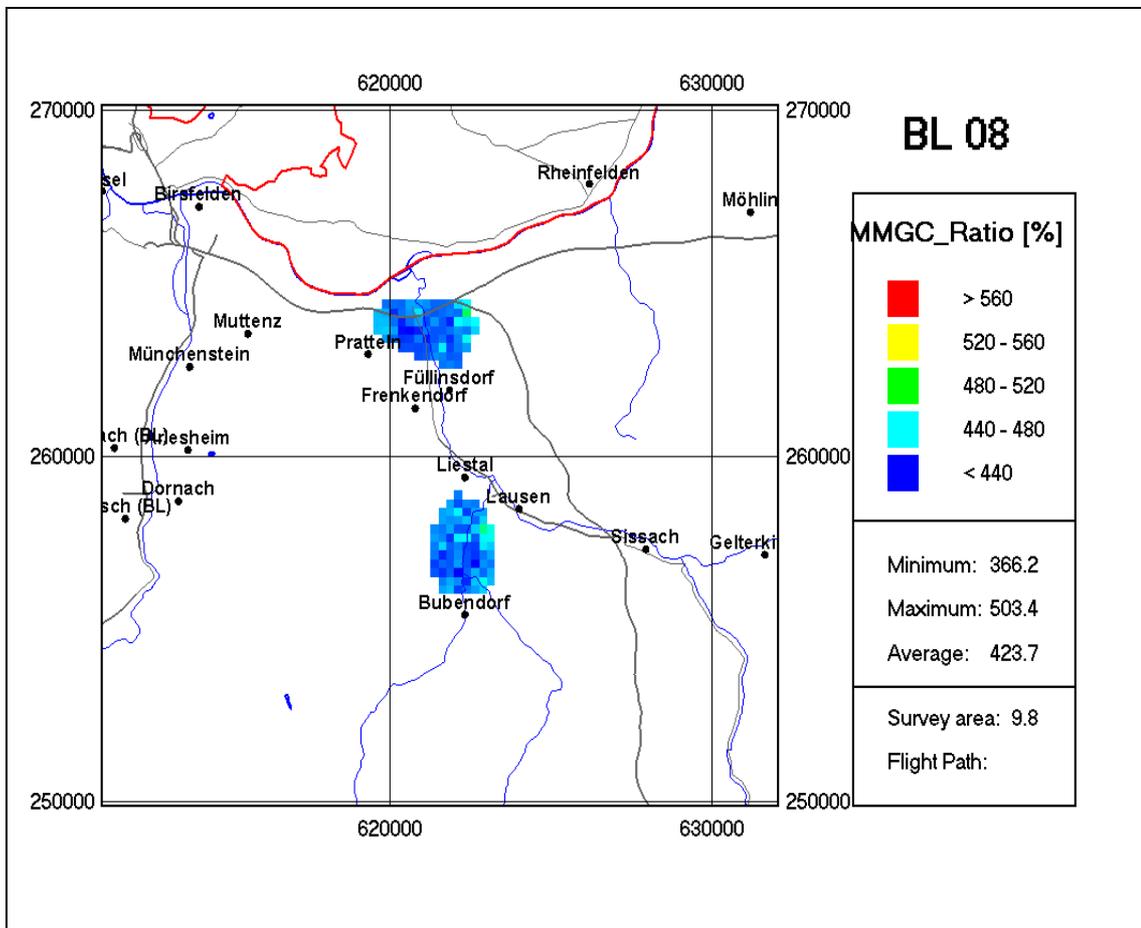
Die Karte der Ortsdosisleistung zeigt durchgehend normale Werte. Sie stimmen mit dem Mittelwert überein, welcher im Schweizer Mittelland erwartet wird (Wertebereich zwischen 50 nSv/h und 120 nSv/h).



Figur 13: Karte der Ortsdosisleistung im Messgebiet Augst / Liestal

#### 4.4.2. MMGC-Karte

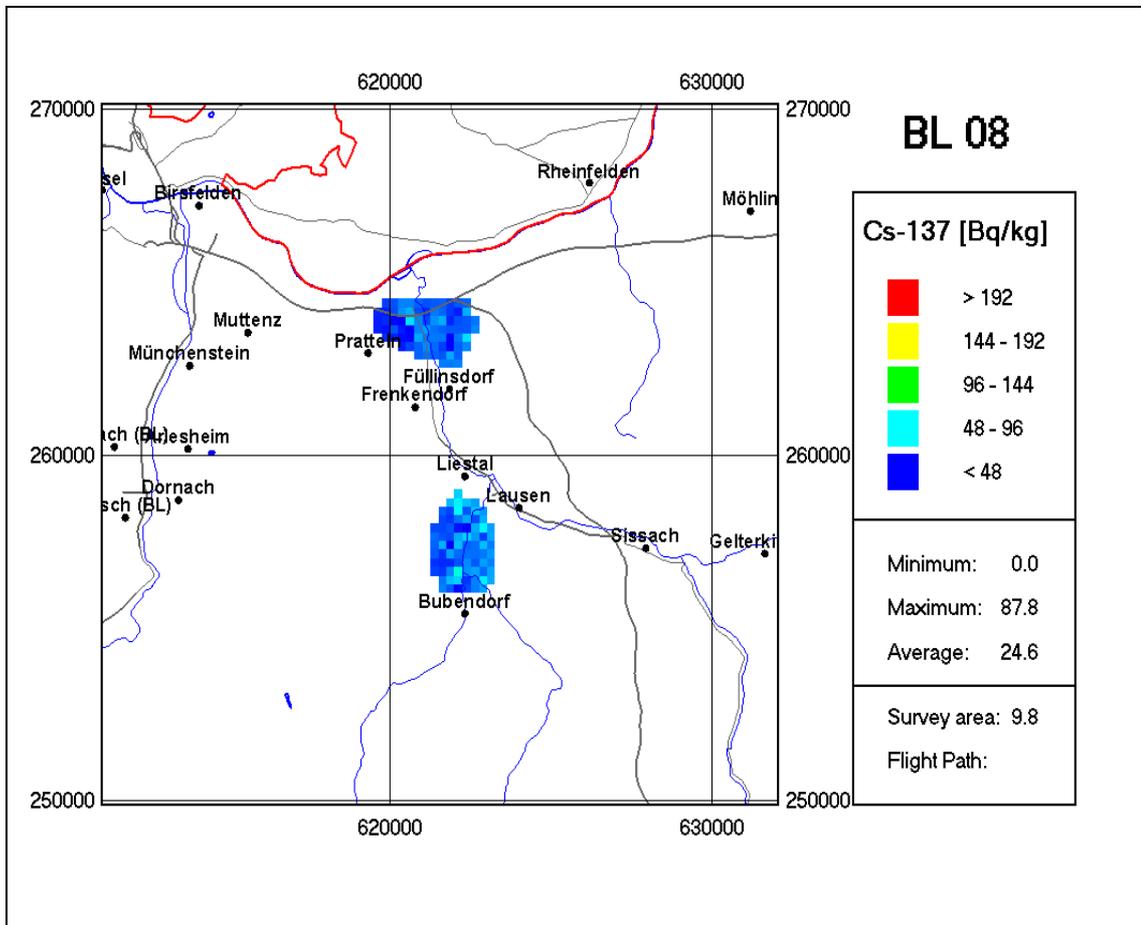
Auf der nach der ManMadeGrossCount-Ratio ausgewerteten Karte sind keine erhöhten Werte zu erkennen, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen würden.



Figur 14: MMGC-Ratio im Messgebiet Augst / Liestal

#### 4.4.3. Cs-137 Karte

Die Cs-Karte zeigt analog zur ODL-Karte keine erhöhten Werte, die auf künstliche Radioaktivität hinweisen. Mit der verwendeten Messmethode würden ungeschirmte Quellen ab einer Stärke von ca. 500 MBq erkannt.



Figur 15: Karte Cs-137-Aktivität im Messgebiet Augst / Liestal

## 5. 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  $\gamma$ -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

Gammaspektrometrische 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 tiefenergetischen zum hochenergetischen Anteil des Spektrums gebildet. Weil die künstlich erzeugten Radioisotope meist nur  $\gamma$ -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 m<sup>2</sup> 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.