



LABOR SPIEZ
CH-3700 Spiez
Tel +41 (0)33 228 14 00
Fax +41 (0)33 228 14 02
laborspiez@gr.admin.ch
www.vbs.admin.ch/ls

GRUPPE RÜSTUNG
GROUPEMENT DE L'ARMEMENT
AGGRUPPAMENTO DELL'ARMAMENTO
DEFENCE PROCUREMENT AGENCY



20. März 2001

UNEP DU Field Assessment 2000

BERICHT der Schweizer Teammitglieder

Schweizer Mitarbeiter im UNEP-Team:

Dr. Mario Burger
Herr Ernst Schmid

Labor-/Prüfberichte:

Herr Markus Astner
Herr Hans Sahli
Frau Ruth Holzer
Dr. Mario Burger

Berichterstatter:

Dr. Mario Burger

ZUSAMMENFASSUNG

Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) liess ein Team von wissenschaftlichen Experten in der Zeit vom 5. bis zum 19. November 2000 verschiedene Standorte im Kosovo untersuchen, wo während des Balkankonflikts von 1999 Munition aus abgereichertem Uran (DU) verwendet worden war.

Das Team umfasste 14 Experten aus Finnland (Finnisches Institut für Internationale Angelegenheiten), Italien (Staatliche Umweltschutzbehörde ANPA), Schweden (Schwedisches Institut für Strahlenschutz), Schweiz (LABOR SPIEZ), UK (Universität Bristol), US (Zentrum der Armee für Gesundheitsförderung und Präventivmedizin) der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEA) sowie des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP). Das Team wurde bei seinen Feldstudien in Fragen der Minenräumung und Logistik durch die KFOR und in anderen technischen Fragen durch die Mission der Vereinten Nationen im Kosovo (UNMIK) unterstützt.

Das Team konnte 11 Standorte besuchen, wo gemäss NATO-Informationen Munition aus abgereichertem Uran verwendet wurde und an zwei Standorten nochmals eine vertiefte Nachprüfung vornehmen. Es konnte Feldmessungen der Ortsdosisleistung durchführen, Boden- und Wasserproben entnehmen und Stichproben der Vegetation sowie Milchproben von Kühen an den besuchten Standorten erheben. Die untersuchten Standorte liegen im westlichen und südlichen Teil des Kosovo.

Die schweizer Mitglieder im UNEP-Team waren Dr. Mario BURGER und Herr Ernst SCHMID, beide vom LABOR SPIEZ.

Das schweizerische Arbeitsteam entnahm insgesamt 77 Proben (61 Bodenproben, 9 Proben aus Einschusslöchern, 4 Geschossmäntel, 2 Geschosse, 1 Geschosssplitter) von 7 Standorten zur genauen Analyse im Labor. Zusätzlich wurden 2 IAEA-Vergleichsproben analysiert.

Für das Schweizer Team bestand das Ziel der Mission in der Beantwortung der folgenden Fragen:

- Ist die Feldmesstechnik empfindlich genug, um eine DU-Kontamination festzustellen?
- Können kontaminierte Zonen und "Hot Spots" mit Hilfe der Feldmesstechnik festgestellt werden?
- Welche Kontaminationswerte durch DU finden sich in einer kontaminierten Zonen oder einem "Hot Spot" und welche Abmessungen haben sie?
- Findet im weiteren Umkreis eines Gebiets, in welchem DU-Munition verwendet worden ist, eine DU-Kontamination statt und mit welchem Kontaminationswert?
- In welcher Zone um den Auftreffpunkt eines DU-Geschosses ist eine Kontamination zu erwarten und in welchem Ausmass? Es konnte jedoch keine Probe aus der Umgebung eines von DU getroffenen Panzers entnommen werden!
- Welches sind die natürlichen Uranwerte an den Standorten, wo Proben entnommen wurden?
- Welche Isotopenzusammensetzung des Urans weisen im Feld gefundene Geschosse auf verglichen mit Literaturangaben aus US-Militärquellen und offenen Quellen?
- Stellt die DU-Kontamination in der Bodenoberfläche ein Gesundheitsrisiko dar?
- Stellen auf oder unter der Oberfläche liegende Geschosse oder Splitter ein zukünftiges Umweltproblem dar?

Alle im LABOR SPIEZ durchgeführten analytischen Studien fanden im akkreditierten "Prüflabor für die Bestimmung der Radionuklidkonzentration" statt, Akkreditierungsnummer STS 028, gemäss SN EN 45001, respektive ISO/IEC 17025. Der akkreditierte Prüfumfang ist definiert im Offiziellen Verzeichnis der Akkreditierten Prüflaboratorien in der Schweiz. Die einschlägigen Anforderungen der Norm ISO 9001 sind durch diese Norm ebenfalls abgedeckt.

Uranuntersuchungen der Proben wurden durchgeführt unter Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massen-Spektrometrie (ICP-MS). Die Isotopenzusammensetzung sowie der Gesamtgehalt des Urans wurden bestimmt. Diese hochentwickelte Technik erlaubte es, eine Kontamination durch abgereichertes Uran bis zu einer Konzentration von 1 % des gesamten Urangehalts in einer Probe zu analysieren.

Resultate

Durch Feldmesstechniken, die die Gamma- und Betaktivität messen, und durch zusätzliche visuelle Beobachtungen ist es möglich, "Hot Spots" festzustellen (= auf oder direkt unter einer Oberfläche liegende Geschosse und Splitter, Einschusslöcher). Mehr kann von diesen Techniken nicht erwartet werden, sie sind zu unempfindlich.

"Hot Spots"

"Hot Spots" sind durch das Auftreffen von DU-Munition mehr oder weniger stark durch DU kontaminiert. Die höchste Kontamination eines Einschusslochs fand sich beim Berg Ceja mit 7.6 g DU pro Kilogramm Erde. Eine andere aus diesem Loch entnommene Probe ergab 2.1 g DU/kg. Die Abmessungen des kontaminierten Volumens von ca. 10 x 10 cm bis zu einer Tiefe von 20 cm waren eher klein. Das Geschoss, das zu dieser Kontamination führte, wurde nicht gefunden und unterhalb von 20 cm ergaben Feldmessungen keine weitere Kontamination. Es ist anzunehmen, dass es sich beim Geschoss um einen Abpraller handelte.

Andere "Hot Spots" sind normalerweise im Bereich von 1.5 g DU/kg kontaminiert.

Ein Loch in einer asphaltierten Strasse bei Rikavac wurde bis zu einer Tiefe von 20 cm detailliert untersucht. Die aus diesem Loch entnommenen Materialmengen waren klein und es konnte eine absolute DU-Kontamination von etwa 100 Milligramm gemessen werden.

Die Resultate der Untersuchung von "Hot Spots" erlauben die folgenden Schlussfolgerungen:

- Die Kontamination findet in einem sehr kleinen Umkreis und Volumen statt.
- Geschosse, die auf eine mehr oder weniger harte Oberfläche treffen (z.B. Beton) führen zu einer geringeren oberflächlichen Kontamination der "Hot Spots".
- Geschosse die auf eine mehr oder weniger weiche Oberfläche treffen (Erde, asphaltierte Strasse) oder in einem ungünstigen Winkel auftreffen oder einen harten Gegenstand (z. B. einen grossen Stein) unter der Oberfläche treffen, können zu einer DU-Kontamination von einigen Gramm pro Kilogramm Erde für dieses Loch führen. Das Volumen dieser Kontamination ist jedoch immer noch klein.

DU-Kontamination im Bereich um eine Einschlagzone

Die Analyse zeigt, dass im weiteren Umkreis um eine Zone im Boden, in der ein DU-Geschoss eingeschlagen hat, eine oberflächliche DU-Kontamination stattfindet. Die Zone, in der eine Kontamination stattfindet, kann jedoch hinreichend definiert werden, und besteht aus einigen Quadratmetern, abhängig von der Oberfläche, auf die der Angriff durch DU-Munition stattgefunden hat. In einer Distanz von 1 bis 2 Metern von einem Einschlag ("Hot Spots") wurden DU-Werte von etwa 0.5 ± 0.25 mg DU/kg in der obersten Bodenschicht (0-5 cm) festgestellt, unabhängig davon, ob es sich um eine harte (z. B. Beton) oder eine weiche (z.B. Erde, asphaltierte Strasse) Oberfläche handelte.

Bei grösseren Distanzen lässt sich je nach der Härte der Oberfläche, auf die das Geschoss trifft, ein Unterschied feststellen:

- Geschosse, die auf eine mehr oder weniger harte Oberfläche (z. B. Beton) treffen, führen zu einer DU-Kontamination der obersten Erdschicht von ungefähr 0.25 mg DU/kg in einem Umkreis von nicht mehr als 50 x 50 Metern.
- Geschosse, die auf eine mehr oder weniger weiche Oberfläche (z. B. Erde, asphaltierte Strasse) treffen, führen zu einer DU-Kontamination von unter 0.1 mg DU/kg in einer sehr kleinen Zone um den Einschlagspunkt von nicht mehr als 20 x 20 Metern.
- Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass die gemessene DU-Kontamination der obersten Erdschicht bei den meisten der bei diesem Einsatz entnommenen Proben unter dem natürlichen Urangehalt des Bodens liegt. Aus diesen kleinen Konzentrationen der Kontamination an DU kann kein Gesundheitsrisiko abgeleitet werden.

Natürliche Uranwerte an den besuchten Standorten

Uran findet sich in den Böden der ganzen Welt. Der natürliche Uranwert von Böden ist kein konstanter Wert, er ist abhängig von der mineralogischen Zusammensetzung eines Bodens. Die natürlichen Uranwerte der in dieser Studie untersuchten Böden liegen im Bereich von 1.2 bis 3.6 mg Uran pro Kilo Erde.

Geschosse und Geschossmäntel

Die Analyse zeigt eine ziemlich konstante Isotopenzusammensetzung der DU-Munition. Die gesammelten Geschosskerne (Penetrators) sowie aus den Geschossmänteln (Jackets) entnommene Wischproben zeigen die in US-militärischer und offener Literatur publizierte Isotopenzusammensetzung des Urans.

Der Abreicherungsgrad von ^{235}U ist 0.200 % (= ein konstanter Wert) und ^{236}U existiert in den Geschossen mit 0.0028 ± 0.0002 %.

Gemäss der Materialbilanz haben die zwei untersuchten Geschosse (ursprünglich 292 Gramm, gemäss US-Militärquellen) an Gewicht verloren. 4.95 g respektive 2.14 g DU sind verloren und haben wahrscheinlich zu einer partiellen Kontamination des Bodens an der Fundstelle beigetragen.

Stellen Geschosse oder Splitter ein zukünftiges Umweltproblem dar?

Die Analyse zeigt, dass ein auf einer Boden-Oberfläche liegendes Geschoss die darunterliegende Erde kontaminiert. In einer direkt unter einem Geschoss entnommenen Probe beim Dorf Planeja war die Erde in einem Bereich von 0-10 cm unter der Oberfläche mit 176 mg DU/kg kontaminiert. Dies zeigt, dass auf oder unter einer Oberfläche liegende Geschosse durch Regen oder andere klimatische Bedingungen DU verlieren.

Da die Geschosse oder Splitter oberflächlich oxidieren, besteht damit eine gewisse Gefahr der Folgekontamination des Bodens. Eine Kontamination des Trinkwassers als möglicher Gefährdungspfad könnte in Betracht gezogen werden, wenn grosse Mengen von DU im Boden vergraben sind. Eine Gefährdung des Grundwassers ist jedoch abhängig von der Löslichkeit des Urans sowie dem Säuregrad und den reduzierenden Eigenschaften in der Boden-Umgebung und zusätzlich auch von den hydrologischen Eigenschaften der Region. Geochemische Fakten sprechen eher gegen eine Gefährdung des Grundwassers in der untersuchten Region.

Plutonium in Geschossen

1-2 g DU pro Geschoss und 1 g des Geschosssplitters wurden radiochemisch untersucht. Das Plutonium wurde radiochemisch vom Uran getrennt und dann mittels Alpha-Spektrometrie bestimmt. Für jede Probe wurde eine Doppelmessung vorgenommen.

Die Alpha-Spektrometrie ist nicht in der Lage, Pu-239 und Pu-240 zu unterscheiden. Daher kann nur die Summe der beiden Isotope gemessen werden. Wenn das Vorhandensein von Pu-240 ausgeschlossen werden kann, kann der Gehalt in Bq/g als Pu-239 interpretiert werden. In Bezug auf ihre Radioaktivität unterscheiden sich die beiden Pu-Isotope praktisch nicht.

| ZA/R-00- | Σ Pu-239/Pu-240 Bq/g | RSD |
|-----------|--------------------------------|-----|
| 205-01-93 | < 0.0008 | |
| 205-01-94 | < 0.0008 | |
| 205-02-93 | 0.0030 | 14% |
| 205-02-94 | 0.0029 | 18% |
| 200-16-93 | 0.0013 | 37% |
| 200-16-94 | 0.0009 | 62% |

| ZA/R-00- | Pu-239 g/g | RSD |
|-----------|---------------|-----|
| 205-01-93 | < 3.5E-13 | |
| 205-01-94 | < 3.5E-13 | |
| 205-02-93 | 1.3E-12 | 14% |
| 205-02-94 | 1.3E-12 | 18% |
| 200-16-93 | 5.5E-13 | 37% |
| 200-16-94 | 3.9E-13 | 62% |

Resultate berechnet für 1 g Geschoss; 1 g Splitter.

Relative Standardabweichung (RSD) : ± 1 sigma

Vertrauensintervall der Nachweisgrenze : 95 %

Diese Plutoniumkonzentrationen sind sehr niedrig und haben keinen relevanten Einfluss auf die Gesamtradioaktivität, die Radiotoxizität sowie auf die chemische Toxizität des DU aus den Geschossen.