

Abgereichertes Uran (DU)

– Ergebnisse der Grunduntersuchung aus der Studiengruppe Biomonitoring*

OSA (w) Dr. K. Kimminus, OTA D. Reimann
(HFüKdo Abt SanDienst: GenArztH u. AbtLtr OTA Dr. Walther)

Zusammenfassung:

Die Studiengruppe Biomonitoring HUKdo III 2 (1) hat die freiwillige vorsorgliche Untersuchung aller Soldaten und Reservisten auf abgereichertes Uran (englisch „depleted uranium“ = DU) ausgewertet. Bis 02.05.2001 wurden insgesamt 654 Soldaten erfaßt. Dabei zeigt sich, dass beim überwiegenden Anteil der Soldaten keine weiteren spezifischen Untersuchungen erforderlich sind. Bei einem geringen Anteil (13 Soldaten) gibt es unterschiedliche Abweichungen von der Norm in den Grunduntersuchungsbögen. Somit ist davon auszugehen, dass derzeit aus wissenschaftlicher Sicht kein Anhalt für eine gesundheitliche Gefährdung deutscher Soldaten bei KFOR / SFOR durch “depleted uranium” vorhanden war oder ist.

Problemstellung

Die Verwendung von Uran in der Waffenproduktion ist seit dem 2. Weltkrieg bekannt. Besondere Aufmerksamkeit in Deutschland erlangte DU-Munition und sein mögliches Gefährdungspotential im Rahmen des Balkankrieges durch umfangreiche Berichterstattung in den Medien im Januar und Februar 2001.

Abgereichertes Uran beinhaltet die Isotope U-238 (99,8000 %), U-235 (0,2000 %) und U-234 (0,0010 %) und seine Radioaktivität ist ca. um 40 % geringer als von Natururan (AC-Laboratorium Spiez, Januar 2000). Bei der Abschätzung der Gefährdung ist die Strahlung (Radiotoxizität) von der Giftigkeit (Chemotoxizität) zu differenzieren (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001).

Die Wirkung von abgereichertem Uran außerhalb des Körpers ist nur durch Beta- und Gammastrahlung möglich. Die externe Strahlendosis von DU ist zwar abhängig von der Menge und der Dauer der Exposition, aber im Hinblick auf die Bedingungen im Kosovo und in Bosnien als äußerst gering einzuschätzen. So müsste z. B. eine Person sich 1 Jahr in einem Meter Entfernung von einem Kilogramm DU aufhalten, um eine Strahlendosis von 1-2 Millisievert aufzunehmen. Diese Dosis liegt dann immer noch unterhalb der durch die natürliche Hintergrundstrahlung entstehende Belastung (Europäische Kommission, Bericht der Expertengruppe, März 2001). Die Größenordnung von Millisievert pro Jahr ist als Strahlendosis nicht in der Lage, akute Strahlenschäden auszulösen (AC-Laboratorium Spiez, Januar 2000).

Nach wissenschaftlicher Ansicht ist die Chemotoxizität bei abgereichertem Uran größer als die Radiotoxizität (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001). Dabei hat abgereichertes Uran, wie die meisten Schwermetalle, eine hohe Affinität zu Eiweißen und anderen biologischen Molekülen. Zielorgane sind somit primär die Nieren, aber nicht das blutbildende System (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001). Eine mögliche Schädigung tritt vor allem akut auf (Nierenschäden), nicht erst Jahre nach einer Exposition (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001). Die Inhalation stellt dabei die kritische Inkorporationsmöglichkeit dar, während Ingestion oder Inokulation im speziellen im Kosovo und in Bosnien keine Bedeutung haben (AC-Laboratorium Spiez, Januar 2000).

Internationale Studien wurden veranlasst, um die Gefährdung durch DU-Munition auf dem Balkan zu verifizieren: die UNEP-Studie, die WHO-Studie und die EU-Studie zeigten alle keine eindeutigen Hinweise, dass Erkrankungen einzelner Personen auf den Kontakt mit abgereichertem Uran zurückzuführen sind (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001).

* eingereichtes, nicht angenommenes Manuskript, abgeschlossen 6.6.2002

Auch die von der Bundeswehr initiierte Studie bei der GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz zeigt in der Auswertung von 24-Stunden-Sammelurin, dass sich bei den untersuchten deutschen Soldaten kein Hinweis auf eine Inkorporation von DU ergibt (GSF, Januar 2001). Es konnte eine Aufnahme von DU bei den untersuchten Soldaten mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001, GSF, Januar 2001). Aufgrund der o. g. Medienberichte und der bisher vorhandenen wissenschaftlichen Arbeiten wurde im Auftrag des Verteidigungsministeriums eine umfangreiche Nachuntersuchung initiiert und durchgeführt.

Es ergab sich somit für die Studiengruppe Biomonitoring die allgemeine Problemstellung:

Sind deutsche Soldaten im Einsatzgebiet KFOR /SFOR durch "abgereichertes Uran" gesundheitlich gefährdet?

Diese allgemeine Problemstellung sollte mit Hilfe der speziellen Problemstellungen bearbeitet werden:

- Gibt es Veränderungen im klinischen Untersuchungsbefund?
- Gibt es Veränderungen im Labor: im Differentialblutbild (Diff.-BB), in der Blutsenkungsgeschwindigkeit (BSG), im Urintest (Combur 9)?
- Gibt es Auffälligkeiten in der Anamnese?

Material und Methode

Alle Einheiten und Kreiswehrrersatzämter wurden schriftlich über die Möglichkeit einer freiwilligen Untersuchung aller aktiven und ehemaligen Soldaten informiert. Anhand eines standardisierten Anschreibens wurden daraufhin alle aktiven und ehemaligen Soldaten informiert (BMVg InSan I 4, Januar 2001). Mit Hilfe eines standardisierten Frage- und Untersuchungsbogens (5 Seiten) wurden die Freiwilligen vom Truppen- oder Standortarzt befragt, klinisch untersucht sowie einer Laborkontrolle von Blutsenkung, Differentialblutbild und Combur-9-Urintest unterzogen (HUKdo Abt III 2 (1) - Studiengruppe Biomonitoring, Januar 2001).

Die Grunduntersuchungsbögen wurden dann zu HUKdo III 2 (1) - Studiengruppe Biomonitoring übersandt. Es erfolgte die Durchsicht auf Vollständigkeit anhand eines standardisierten Bogens und die Erfassung in einer Microsoft Excel®-Datei (Version 97) tabellarisch. Unvollständige Bögen wurden mit einem standardisierten Mängelbogen an die entsprechenden Adressaten mit der Bitte um Vervollständigung zurückübersandt.

Die Auswertung der Grunduntersuchungsbögen erfolgte dann deskriptiv-statistisch.

Ergebnisse

Zum Zeitpunkt 02.05.2001 wurden insgesamt **654** Soldaten, **647 (99%)** männliche und **7 (1%)** weibliche Soldaten im Alter von 20 bis 61 Jahren erfaßt. **497 (76%)** Bögen konnten ausgewertet werden, **157 (24%)** waren nicht auswertbar (siehe Abbildung 2).

Bei **484 (97% der auswertbaren Fälle)** Soldaten mussten demnach keine weiteren Untersuchungen im Sinne der Sammelurinstudie der GSF erfolgen.

- Von diesen Probanden zeigen **466 (96%)** ein unauffälliges Ergebnis in Anamnese und Untersuchung.
- **4 (0,8%)** Probanden lehnten eine Blutabnahme ab und **1 (0,2%)** Soldat lehnte im speziellen die BSG-Bestimmung ab.
- Weitere **4 (0,8%)** Soldaten waren nicht erreichbar, um die Laboruntersuchung durchzuführen.
- **9 (1,9%)** Soldaten waren bereits vor der Erfassung in der Studiengruppe Biomonitoring in der GSF-Studie untersucht worden (siehe Abbildung 3). Auch bei diesen Soldaten waren die Ergebnisse im Normbereich.

13 (2%) Soldaten zeigen unterschiedlich auffällige Befunde (siehe Abbildung 4) in Anamnese, klinischem Befund oder Laborbefund und wurden anhand eines standardisierten Anschreibens über den Truppenarzt informiert, sich in die GSF-Studie aufnehmen zu lassen, um einen Zusammenhang der gefundenen Auffälligkeiten mit einer Inkorporation von abgereichertem Uran ausschließen zu können (Die Ergebnisse zeigen keinen Hinweis auf eine Inkorporation von abgereichertem Uran).

- **9 (69%)** dieser Soldaten gaben an, direkten Urankontakt gehabt zu haben in ihrer Funktion als EOD-Teams („deminer“), zeigen aber im klinischen Untersuchungsbefund und im Labor keine Auffälligkeiten.
- **1 (8%)** 29-jähriger Soldat zeigt in der Laboruntersuchung Veränderungen im Differentialblutbild ((Neutrophile Granulozyten erhöht, Lymphozyten vermehrt, MPV vermindert), aber keinerlei bekannte Erkrankungen, kein Hinweis auf Urankontakt in der Anamnese und auch keinerlei Auffälligkeiten im klinischen Untersuchungsbefund.

Die übrigen 3 der 13 Soldaten sind an unterschiedlichen Malignomen erkrankt. Anamnestisch findet sich bei keinem ein Hinweis auf Kontakt zu abgereichertem Uran:

- **1 (8%)** 29-jähriger Soldat leidet seit 1998 (2 Jahre nach seinem Auslandseinsatz) an einer akuten lymphatischen Leukämie (ALL) und zeigt sowohl im klinischen Untersuchungsbefund als auch im Labor keine pathologischen Befunde.
- **1 (8%)** 51-jährigen Soldaten ist seit 1998 (2 Jahre nach seinem Auslandseinsatz) an einem malignen Melanom erkrankt. Dieser Soldat ist klinisch ohne pathologischen Befund, im Labor sind die Neutrophilen Granulozyten sowie das MPV vermindert.
- **1 (8%)** weiterer Soldat, 53 Jahre alt, ist seit 1998 (2 Jahre nach seinem Auslandseinsatz) an einem lymphoplasmazytoiden Immunozytom erkrankt mit einer Erhöhung der Leukozyten sowie einer massiven Erhöhung der BSG und der Lymphozyten in der Laboruntersuchung.



Abb. 1: DU - Munition (GAU-8/A, 30 mm) / DU - Masse rund 300 g (Quelle: HFüKdo, G 3 Eins)
Durchmesser **3 cm**, Länge ohne Kappe **12 cm**, Urankern: Durchmesser **1,5 cm**, Bohrung Tiefe **6,5 cm**,
Länge **9,5 cm**, Gewicht des Projektils: mit/ohne Kern **415 g/118 g**

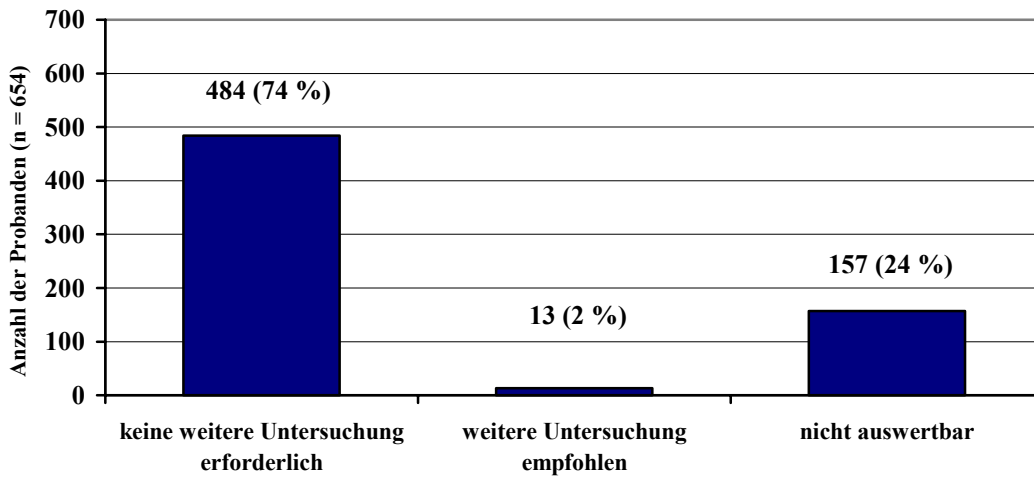


Abb. 2: Gesamtauswertung aller 654 Untersuchungsbögen

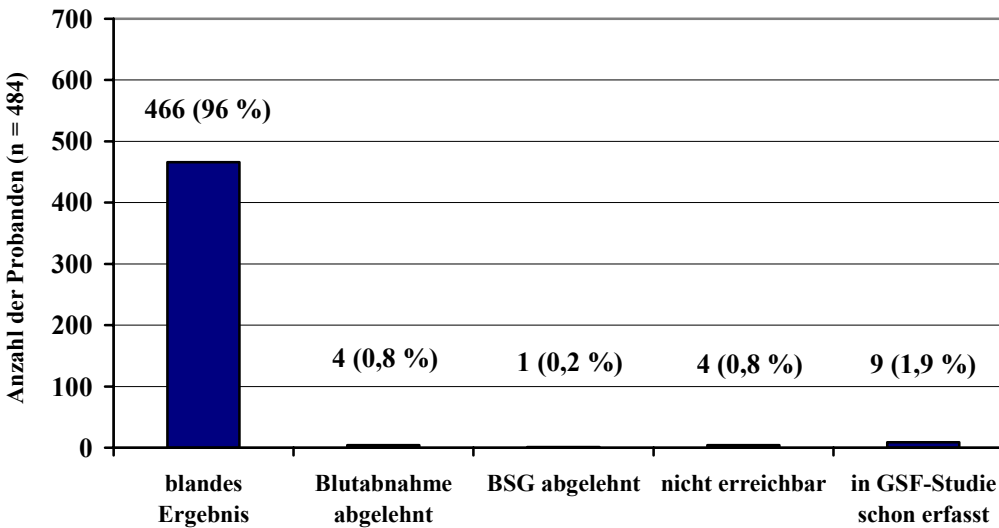


Abb. 3: Probanden ohne weiteren Untersuchungsbedarf

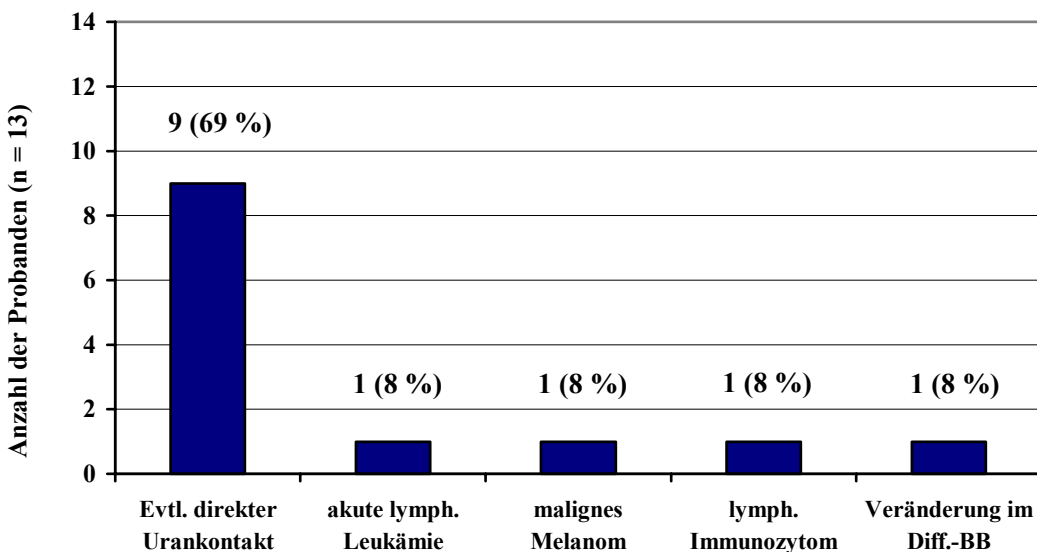


Abb. 4: Probanden mit auffälligem Befund

Diskussion

Die Auswertung der Grunduntersuchungsbögen kann im Zusammenhang mit den internationalen Studien (UNEP, WHO, EU) und der GSF-Studie gesehen werden.

Die Anzahl von 484 Probanden, die sich keiner weiteren Untersuchung unterziehen müssen, bestätigt die Aussage der anderen Studien, dass die Gefährdung durch abgereichertes Uran im Balkan verneint werden muss (UNEP, November 2000, World Health Organization, Januar 2001, Europäische Kommission, März 2001). Allerdings ist die Grunduntersuchung, wie der Name schon sagt, keine spezifische Untersuchung auf abgereichertes Uran. Sie kann als richtungsweisende Untersuchung gesehen werden. Bei Auffälligkeiten in den Befunden, sollte selbstverständlich eine spezielle Untersuchung erfolgen, z. B. die 24-Stunden-Sammelurin-Studie der GSF.

Die 13 Probanden, die Veränderungen in Anamnese oder im Labor aufwiesen, sind genauer zu betrachten. Die 9 Soldaten mit anamnestisch angegebenem, möglichem direkten Kontakt mit abgereichertem Uran, zeigten keinerlei pathologische Befunde im Labor und im klinischen Untersuchungsbefund. Dies unterstützt die Aussage, die bereits vom Arbeitsstab Dr. Sommer erhoben wurde, dass abgereichertes Uran vor allem akut (Nierenschäden), aber nicht unbedingt Jahre nach Exposition schädigend wirkt (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001).

Die Inzidenz der akuten Leukämien liegt bei 4 Fälle/100.000 Einwohner/Jahr, wobei die akute lymphatische Leukämie (ALL) mit 80% der akuten Leukämien im Kindesalter die häufigste maligne Erkrankung im Kindesalter darstellt. Bei Erwachsenen sind 80% der akuten Leukämien die akute myeloische Leukämie (AML) (Herold, 1997). Der Soldat mit der akuten lymphatischen Leukämie (ALL) zeigt mit 29 Jahren nicht das typische Alter für diese Erkrankung (Häufigkeitsgipfel im Kindesalter). Da er ein Krankheitsbild aufweist, welches aus dem Formenkreis der Erkrankungen des Blutbildes stammt, könnte man vermuten, dass sich hier die erwähnte Chemotoxizität wiederfindet. Allerdings wird das blutbildende System nicht als Zielorgan definiert (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001). Depleted Uranium ist nicht als auslösende Ursache für ALL bekannt. Zumal in Studien nachgewiesen wurde, dass Menschen, die im Uranbergbau tätig sind oder waren, keine Häufung an Erkrankungen aus dem hämatologischen Formenkreis aufweisen (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001). Somit ist zu vermuten, dass der Soldat nicht aufgrund der möglichen Inkorporation von DU (AC-Laboratorium Spiez Januar 2000) erkrankt ist, sondern dieser Befund in keinem Zusammenhang mit abgereichertem Uran steht. Diese Vermutung wird weiter gestützt, da die Erkrankung 2 Jahre nach dem Auslandseinsatz aufgetreten ist und weder akut noch erst 5 bis 10 Jahre nach einer möglichen Exposition (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001).

Das lymphoplasmazytoide Immunozytom gehört zur Gruppe der niedrig-malignen Non-Hodgkin-Lymphome vom B-Zell-Typ mit einer Inzidenz von 3-5/100.000 Einwohner/Jahr mit zunehmender Häufigkeit (Herold, 1997). Es ist eine Erkrankung des blutbildenden Systems, welches als Zielorgan, wie oben erwähnt, für Erkrankungen durch abgereichertes Uran nicht definiert ist (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001). Vergleichbar mit dem ALL-Patienten spricht auch bei diesem Soldaten, der an einem lymphoplasmazytoidem Immunozytom erkrankt ist, zum einen der Erkrankungsbeginn nicht für abgereichertes Uran als Ursache. Die Erkrankung trat nicht akut im oder nach dem Auslandseinsatz auf, auch nicht erst nach 5 bis 10 Jahren, sondern 2 Jahre nach dem möglichen Urankontakt. Zum anderen ist dieses Immunozytom auch den hämatologischen Erkrankungen zuzuordnen, die, wie oben beschrieben, nicht im Zusammenhang mit Uran als Auslöser dieser Erkrankung stehen (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001).

Bei dem 51-jährigen Soldaten mit malignem Melanom ist festzustellen, dass die Inzidenz bei 2-4 % aller Neoplasien/100.000 Einwohner/Jahr liegt und das maligne Melanom 10 % aller Hauttumoren ausmacht. Risikofaktoren sind hier vor allem extreme UV-Belastung, familiäre Belastung, hellhäutiger Typus und mechanische Reizung bestehender Nävi (Herold, 1997). Gegen den Zusammenhang mit der Belastung durch abgereichertes Uran spricht neben der Ätiologie ebenfalls die Dauer von 2 Jahren nach dem Auslandseinsatz bis zum Erkrankungsbeginn. Desweiteren gilt die Haut nicht als Zielorgan für Erkrankungen durch abgereichertes Uran (Arbeitsstab Dr. Sommer, Juni 2001).

Der 29-jähriger Soldat mit Veränderungen im Differentialblutbild ohne Erkrankung oder Symptome im klinischen Untersuchungsbefund zeigt die Laborveränderungen nicht akut nach möglicher Kontaktierung mit DU, sondern 2 Jahre nach dem Auslandseinsatz. Die unspezifischen Veränderungen im Differentialblutbild (Neutrophile Granulozyten erhöht, Lymphozyten vermehrt, MPV vermindert) können die verschiedensten Ursachen haben, z. B. abgelaufener Infekt (Grippe, etc.), Entzündungsherd o. ä., die in der Bevölkerung nicht selten sind. Auch hier ist daher der Zusammenhang zur Belastung mit abgereichertem Uran mehr als unwahrscheinlich.

Die hier vorgestellten Untersuchungen ergeben keinen Hinweis, dass die drei untersuchten Malignomerkrankungen durch abgereichertes Uran hervorgerufen worden sind. Alle 13 Soldaten wurden in der Sammelurinstudie der GSF aufgenommen und zeigen dabei jeweils unauffällige Befunde ohne Nachweis von abgereichertem Uran. Die bisherigen Studien (UNEP, WHO, EU, GSF) lassen die manifeste Vermutung zu, dass keine Kausalität zwischen abgereichertem Uran auf dem Balkan und den verschiedenen Erkrankungen besteht.

Schlußfolgerung

Die ersten Ergebnisse der Auswertung der Grunduntersuchungs- und Anamnesebögen lassen die Aussage zu, dass nach derzeitigem Wissenstand keine Gefährdung deutscher Soldaten durch "abgereichertes Uran" im Kosovo und in Bosnien-Herzegowina besteht. Weitere Studien und Berichte, z.B. GSF-Bericht oder Bericht des Arbeitsstabes Dr. Sommer untermauern diese Aussage.

Der Sorge über die von DU verursachten Gesundheitsprobleme ist die Bundeswehr mit dem Angebot der Grunduntersuchung durch die Studiengruppe Biomonitoring und einer Hotline entgegengetreten. Alle bisherigen Studien schliessen einen Zusammenhang von DU-Munition und Gesundheitsschäden weitestgehend aus.

Literaturhinweise

1. AC-Laboratorium Spiez, Depleted Uranium, Januar 2000
2. BMVg InSan I / I 4, Az: 42-19-30 vom 10.01.01
3. BMVg Presse- und Informationsstab: Bericht des Arbeitsstabes Dr. Sommer, „Die Bundeswehr und ihr Umgang mit Gefährdungen und Gefahrstoffen“, Juni 2001
4. GSF-Bericht 3/01: „Untersuchungen zur Uranausscheidung im Urin – Überprüfung von Schutzmaßnahmen beim Deutschen Heereskontingent KFOR, Januar 2001
5. Herold, G.: Innere Medizin, 1997, Köln
6. HUKdo Abt III / Studiengruppe Biomonitoring vom 28.03.00

Anschrift des Verfassers

OSA (w) Dr. med. Kerstin KIMMINUS
Heeresführungskommando
Abteilung Sanitätsdienst Dezernat 1
Von-Kuhl-Str. 50
56070 Koblenz