

<b>Thema</b> Schutz des Ungeborenen bei beruflicher Strahlenexposition der Mutter		
<b>Subject</b> Radiation Protection of the Unborn in the course of Occupational exposure of the Mother		
<b>Kennzeichen</b> St.Sch. 4500	<b>Fördernde Institution</b> BMU / BfS	<b>Fördermittel</b> EUR 49.000
<b>Forschungs- / Auftragnehmer</b> LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg		
<b>Fachbetreuung BfS</b> K. König, SG 3.3.1		<b>Projektleitung</b> K. Coy
<b>Beginn</b> 02.01.2006	<b>Ende</b> 31.08.2006	<b>verantwortlich für den Text</b> K. König

## 1. ZIELSETZUNG

Die Strahlenschutzkommission hat eine Empfehlung zum Schutz des Ungeborenen bei Strahlenexpositionen der beruflich strahlenexponierten Mutter am Arbeitsplatz verabschiedet. Es ist vorgesehen, in die neue Richtlinie Physikalische Strahlenschutzkontrolle, Teil II (innere Exposition) schon jetzt Hinweise auf die SSK-Empfehlung für die Fälle aufzunehmen, in denen die Behörden die Dosisbestimmung für das ungeborene Kind abweichend von der in Anlage VI Teil B Nr. 5 StrlSchV vorgesehenen Methode bei innerer Exposition der Mutter festlegen wollen.

Ziel des Vorhabens ist die Feststellung der Anzahl der betroffenen Personen, der Art der Arbeitsplätze, bei denen spezielle Regelungsnotwendigkeiten auftreten können, sowie eine Analyse der einzelnen Arbeitsschritte inkl. Dosisabschätzung pro Arbeitsgang. Darauf aufbauend sollen die praktischen Auswirkungen der Übernahme der SSK Empfehlung auf Verordnungsebene sowie der neu geschaffenen Anforderungen an die Inkorporationsüberwachung in der RiPhyKo, Teil II untersucht werden.

## 2. EINZELZIELSETZUNG

Um einen Überblick über die Größenordnung der Anzahl der möglicherweise in Deutschland betroffenen Frauen zu erhalten, sollen zunächst die beim Auftragnehmer zugänglichen Unterlagen über Umgangsgenehmigungen für offene radioaktive Stoffe am Arbeitsplatz hinsichtlich der Art der Arbeitsplätze, der Art der Radionuklide und deren Umgangsmengen, der Expositionsüberwachung und der zu erwartenden Strahlendosen ausgewertet werden. Da in diesen Unterlagen keine Angaben über die tatsächlich am Arbeitsplatz arbeitstäglich gehandhabten Aktivitätsmengen und keine Angaben über die damit beschäftigten Personen enthalten sind, sollen diese Angaben vor Ort erhoben werden. Mit diesen realen Unterlagen sollen analog dem Erforderniskriterium in der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle die Körperdosen der Frauen und unter Beachtung der SSK-Empfehlung die zu erwartende Dosis für ein Ungeborenes abgeschätzt werden.

Diese zunächst nur auf Bayern bezogenen Ergebnisse sollen dann durch ähnliche Erhebungen in anderen Bundesländern ergänzt und auf die Bundesrepublik Deutschland hochgerechnet werden. Zur Absicherung dieser Ergebnisse sollen zielgerichtete Auswertungen des Strahlenschutzregisters herangezogen werden.

Ein Überblick über entsprechende Regelungen im Ausland sollte die Erhebung abrunden.

### **3. METHODIK**

Um eine einigermaßen realistische Abschätzung der potentiellen Überschreitungen der Dosis von 1 mSv des Ungeborenen durch die berufliche Strahlenexposition der Mutter wurden zuerst an hand der SSK-Empfehlung die relevanten Radionuklide ausgewählt und mit den bei der Behörde vorliegenden Angaben in den Umgangsgenehmigungen zu den beantragten Umgängen mit offenen radioaktiven Stoffen verglichen. Aus den genehmigten Umgangsaktivitäten wurden dann über den Formalismus des Erforderniskriteriums sowohl für einmalige Zufuhr der arbeitstäglichen Aktivitätsmenge als auch für kontinuierliche Zufuhr während des gesamten Kalenderjahres die effektive Dosis der Mutter berechnet und mit den Dosissschwellen für das Ungeborene in Beziehung gesetzt. Diese „worst case“ – Abschätzung wurde durch exemplarische Vor-Ort-Erhebungen bei Genehmigungsinhaber aus der Medizin, aus der Forschung, in der Industrie, genauer überprüft. Vor allen Fragen zur tatsächlichen Umgangsaktivität, zum zeitlichen Umgang, zur Anzahl Personen und deren Geschlecht und Alter wurden dabei erhoben. Diese Stichprobenergebnisse wurden dann mit der Anzahl der genutzten Umgangsgenehmigungen auf das ganze Bundesland hochgerechnet.

Diese Art des Vorgehens in Bayern war zunächst auch für andere Bundesländer mit einem höheren Bestand an Genehmigungen für einen Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen vorgesehen. Die Kürze der Laufzeit des Vorhabens, die unterschiedlichen Erfassungsverfahren bei den Umgangsgenehmigungen führten dazu, dass schwerpunktmäßig nur Einrichtungen wie Forschungszentren oder Universitätskliniken für die weitere Datenerhebung herangezogen wurden, die den Löwenanteil des Umgangs mit offen radioaktiven Stoffen in einem Bundesland abdeckten.

Die Recherche beim Strahlenschutzregister am BfS lieferte bundesweite Angaben über gemeldete Inkorporationsdosen für Frauen, mit Angaben zum Betrieb und zum Anlass der Überwachung. Damit konnten die Hochrechnungen plausibilisiert werden.

Als Endergebnis entstand eine Tabelle mit den wahrscheinlichsten Nukliden mit Angaben der deutschlandweiten Anzahl potentieller Gefährdungen bei akuter oder kontinuierlicher Inkorporation.

### **4. DURCHFÜHRUNG**

Die für das FV benötigten Daten wurden sowohl aus dem Bestand von Genehmigungen beim FN ermittelt als auch durch persönliche Einsichtnahme oder schriftliche Anfragen bei anderen Behörden oder Institutionen, auch in anderen Bundesländern, gewonnen.

### **5. ERGEBNISSE**

Der Vergleich der Genehmigungen mit offenen radioaktiven Stoffen und der Radionuklide, die in der SSK-Empfehlung als „ungünstige“ Nuklide, das sind Radionuklide, bei denen der Grenzwert für das Ungeborene schon bei geringen effektiven Dosen der Mutter erreicht werden kann, bezeichnet werden, legte den Hauptaugenmerk auf Umgänge mit den Nukliden H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45, Ca-47, Se-75, Sr-89, Sr-90, Tc-99m, Ag-11m, Cs-137.

Auch waren nicht alle Branchen gleichermaßen betroffen. Potentielle Inkorporationen sind für allem in der Medizin sowie in der Forschung in den Bereichen Biologie oder Chemie oder in der Bio-Technologie zu erwarten. Es zeigte sich aber, dass zum einen die

genehmigten Umgänge in einer Größenordnung liegen, die die Schwellendosis nicht überschreiten lassen, zum anderen, dass die Betriebe die genehmigten Umgangsaktivitäten nicht ausschöpfen bzw. nicht in Anspruch nahmen.

Für Bayern wurden z. B. 11 medizinische Betriebe für eine weitergehende Befragung ausgewählt, von denen sich dann heraus stellte, dass 5 Betriebe davon den Umgang eingestellt haben. Ähnliches wiederholte sich bei Betrieben in der Forschung und in der Industrie. Die auswertbaren Stichproben wurden dann mittels der genutzten Genehmigungen auf Bayern hochgerechnet. Dabei zeigte sich, dass überwiegend bei einem einmaligen Umgang / Zwischenfall eine Inkorporation mit einer potentiellen Schwellendosisüberschreitung zu erwarten ist und nicht bei der kontinuierlichen Exposition (Tabelle 1)

Nuklid	Genehmigungen gesamt	Anzahl Frauen ges.	Anzahl Frauen mit 1- maligem Umgang1x	Anzahl Frauen mit kont. Umgang
H-3	165	26	26	10
C-14	149	20	<b>20</b>	0
P-32	158	397	<b>397</b>	<b>19</b>
P-33	114	21	<b>21</b>	0
S-35	133	167	<b>167</b>	0
Fe-55	8	0	<b>0</b>	0
Ca-45	38	0	<b>0</b>	0
Se-75	42	0	<b>0</b>	0
Sr-89/ Sr-90	65	0	<b>0</b>	0
Tc-99m	258	1032	<b>1032</b>	0
Ag-110m	6	0	<b>0</b>	0
Cs-137	17	0	<b>0</b>	0
	<b>1153</b>	<b>1663</b>	<b>1663</b>	<b>29</b>

Tab. 1: Hochrechnung der Stichproben auf die Verhältnisse in Bayern

Analoge Ergebnisse konnte der FN noch in folgenden Bundesländern gewinnen:

- **Baden-Württemberg**
  - Großforschungszentrum
  - Universitätsklinik
  - Krebsforschungszentrum
- **Berlin**
  - Forschungsinstitut
- **Hessen**
- **Nordrhein-Westfalen**
  - Forschungszentrum
- **Sachsen**
  - Klinik für Nuklearmedizin
  - Universitätsklinikum

- Technische Universität
  - Forschungszentrum (speziell Rückbau)
- **Schleswig-Holstein**
    - Medizin
    - Forschungsinstitute

Die Auswertung der Daten aus den anderen Bundesländern zeigten, dass die Verhältnisse denen in Bayern ähnlich sind, d. h. kaum Gefährdung durch kontinuierliche Inkorporation, viele Genehmigungen werden nicht genutzt, dass P-32 in der Forschung und Tc-99m in der Medizin im Vordergrund steht. Beim Rückbau sind noch die Radionuklide Sr-90 und Cs-137 zu beachten.

Da über die Altersverteilung der exponierten Personen oft Daten vorliegen, kann man den Anteil der gebärfähigen Frauen (Alter unter 45 Jahre) mit etwa 50 Prozent in der Medizin und mit 33 Prozent in der Forschung angeben.

Die Hochrechnung auf die Bundesrepublik Deutschland ergibt dann auf der Basis der Umgangsgenehmigungen aus dem Jahr 2004 die Angaben in der Tabelle 2:

Nuklid	Potentielle Gefährdung durch akute Inkorporation	Pot. Gefährdung durch kontinuierliche Inkorporation	Gesamtzahl Deutschlandweit
H-3	249	<b>97</b>	249
C-14	192	0	192
P-32	3843	<b>184</b>	3843
P-33	204	0	204
S-35	1618	0	1618
Fe-55	0	0	0
Ca45	0	0	0
Se75	0	0	0
Sr-89/ Sr-90	0	0	0
Tc-99m	9979	0	9979
Ag-110m	0	0	0
Cs-137	0	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>16086</b>	<b>280</b>	<b>16086</b>

Tab. 2: Deutschlandweite Abschätzung der Anzahl von potentiell gefährdeten Ungeborenen beruflich strahlenexponierter Mütter

## 6. UMSETZUNG DER ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Erhebung dienen als Grundlage für die Entscheidung, in welcher Form der Schutz des Ungeborenen bei beruflicher Exposition der Mutter administrativ umgesetzt werden soll. Einzelne Annahmen des Forschungsnehmers, wie z.B. die Unterstellung, dass beim einmaligen Umgang mit offenen Radionukliden die gesamte arbeitstägliche Arbeitsplatzaktivität inkorporiert wird (was selbst bei einem Unfall oder bei

Vorsatz kaum vorstellbar ist), werden im Nachgang zu einer Präsentation der Ergebnisse bei der SSK noch auf Realitätsnähe geprüft und neu bewertet. Im Endeffekt soll ein Verfahren vorgeschlagen werden, wie der Schutz des Ungeborenen zum einen durch adäquate Anforderungen an die Inkorporationsüberwachung, zum anderen durch Maßnahmen bei der Gestaltung des Umgangs am Arbeitsplatz sicher gestellt werden kann.

## **7. SUMMARY / ZUSAMMENFASSUNG**

**in Englisch und Deutsch; jeweils max. ¼ Seite !**

Zur Klärung der Frage, in welcher Form der Schutz des Ungeborenen bei beruflicher Strahlenexposition der Mutter am Arbeitsplatz in Deutschland geregelt werden soll, wurden durch Auswertung von Umgangsgenehmigungen, die bei den zuständigen Länderbehörden vorliegen, und durch stichpunktartige Erhebungen bei Institutionen, bei denen eine größere Anzahl von Personen beruflichen Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen hat, die Anzahl der potentiell gefährdeten Frauen im gebärfähigen Alter für ganz Deutschland hochgerechnet. Aus dem Vergleich der besonders ungünstigen Radionuklide, die die SSK für die Exposition eines Ungeborenen ermittelt hatte, mit den Radionukliden, mit den am Arbeitsplatz tatsächlich umgegangen wird, müssen vorrangig folgende Nuklide beachtet werden: H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45, Ca-47, Se-75, Sr-89, Sr-90, Tc-99m, Ag-111m, Cs-137. Aus der Analyse der Arbeitsplatzbedingungen ergibt sich, dass vor allem in der Medizin und in der biologischen Forschung die Frauen potentiell gefährdet sind und viel eher durch akute Inkorporation als durch kontinuierliche. Wie weit der dominierende Anteil von rund 65 Prozent aus dem Umgang mit Tc-99m tatsächlich dosisrelevant ist, muss im Nachgang noch weiter erörtert werden.

To decide which system to protect the unborn against radiation received by the mother due to their occupational exposure is appropriate to the situation in Germany, a sample of licences deposited at the authorities has been taken with additional queries at institutions with a lot of persons exposed to radioactive material open handled to sum up the number of potentially exposed women in Germany. A comparison of "problematic" radionuclides identified by the German Radiation Protection committee (SSK) and the real situation at workplaces revealed, that only to the nuclides H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45, Ca-47, Se-75, Sr-89, Sr-90, Tc-99m, Ag-111m, Cs-137. have to be paid more attention. The investigation of workplace conditions showed the fact that women working especially in medicine or biological research are potentially at risk and moreover due to single exposure than to chronic exposure. The result that about 65 percent of the women at risk is due to the exposure to Tc-99m, have to be proved.