

BEURTEILUNG DES RADIOLOGISCHEN RISIKOS VON ISOTOPEN-LABORATORIEN NACH DEN VORGABEN DER STRAHLENSCHUTZ-VERORDNUNG UND DEN RICHTLINIEN FÜR ARBEITSSICHERHEIT

RADIOLOGICAL RISK ASSESSMENT OF ISOTOPE LABORATORIES ACCORDING TO THE REQUIREMENTS OF THE RADIATION PROTECTION ORDINANCE AND THE PROTECTIVE LABOUR LEGISLATION

Rolf P. Stürm ¹, Martin Kuster ², Kurt Traub ³

¹ SafPro AG, Ausbildung und Beratung in Strahlenschutz, Eulerstr. 33, CH-4051 Basel.

² Novartis International AG, Corporate Health, Safety and Environment, CH-4002 Basel

³ Novartis Pharma AG, Zentralstelle für Strahlenschutz, CH-4002 Basel

Zusammenfassung

Gemäss schweizerischer Strahlenschutzverordnung kann die Aufsichtsbehörde vom Inhaber einer Bewilligung zum Umgang mit radioaktiven Stoffen einen Sicherheitsbericht verlangen (Art. 95) und die Methodik der Störfallanalyse festlegen (Art. 94). Isotopenlaboratorien der chemischen Industrie werden von der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt SUVA beaufsichtigt. Die SUVA nimmt nebst den Strahlenschutzaufgaben in den industriellen Betrieben auch die allgemeine Arbeitssicherheit wahr und hat Richtlinien zum Erstellen von Risikoanalysen erarbeitet. Bei diesen konventionellen Analysen werden die Arbeitsprozesse nach ihrem möglichen Schadensausmaß (Tod, schwere bleibende Gesundheitsschaden; leichter bleibender Gesundheitsschaden; heilbare Verletzung mit Arbeitsausfall; heilbare Verletzung ohne Arbeitsausfall) und der Eintretenswahrscheinlichkeit (häufig, gelegentlich; selten; unwahrscheinlich; praktisch unmöglich) in einer Risikomatrix beurteilt (große, mittlere und kleine Risiken). Die SUVA hat von zwei Baslern Isotopenlaboratorien des Typs B Risikobeurteilungen eingefordert, die einerseits die Gefährdung der Mitarbeiter und andererseits der Stadtbevölkerung analysieren und radiologisch bewerten sollen. Für die Beurteilung des Mitarbeiterisikos schlug sie vor, eine etablierte Methode aus der Arbeitssicherheit oder der Versicherungsbranche anzuwenden. Zudem müsse die Risikomatrix der von der Firmenleitung vorgegebenen Sicherheitskultur entsprechen. Damit standen wir vor dem Problem, radiologische Risiken, die sich als Strahlendosen in mSv ausdrücken lassen, für nicht radiologisch geschulte Manager mit den Folgen konventioneller Arbeitsunfälle (Tod, Invalidität und Arbeitsausfall) bzw. mit den Reaktionen von Bevölkerung und Politikern auf chemische Störfälle zu vergleichen.

Im Vortrag wird die aus Diskussionen mit der Aufsichtsbehörde, der Firmenleitung, den Laborleitern und Labormitarbeitern entstandene Risikomatrix vorgestellt. Die Autoren sind der Meinung, dass bis anhin ein solcher Vergleich zwischen radiologischen und konventionellen Risiken noch nie etabliert worden sei und stellen ihr Resultat zur Diskussion.

Summary

According to the Swiss Radiation Safety Ordinance the supervising authority may require a safety report from the operator of a radioactive laboratory (Art.95) and establish the methodology of the risk analysis. Isotope laboratories of the chemical industry are supervised by Swiss Accident Insurance Agency (SUVA). In that respect SUVA safeguards both radiation protection issues and general protection of the workers and established guide lines in order to assess conventional risks in industrial premises. In these conventional analysis the working process is analysed according to its possible detriment (death, severe invalidity, slight invalidity, injury with absence, injury without absence) and the probability of occurrence (frequent, seldom, rare, improbable, virtually impossible). According to this the risks are categorised in a matrix as 'high', 'medium' and 'low'. SUVA requested such a risk analysis for two isotope laboratories of B type in Basel in which on the one hand the hazard to the workers on the other hand to the public should be analysed and radiologically assessed. It was proposed to use a methodology established in workers safety and the insurance section. This required a comparison of risks of radiation doses in mSv to the consequences of conventional working accidents (death, invalidity) and the risk perception of the public and politicians.

In this paper this risk matrix derived in discussions among the supervising body, the company management, the laboratory head and workers is described. In the opinion of the authors such a comparison between radiological and conventional risks has not been performed up to now and the results obtained here are open to discussion.

1. Einführung

Die Einteilung eines Risikos in 'groß', 'mittel' oder 'klein' hängt von dessen Eintrittswahrscheinlichkeit W und Schadensausmaß S ab. Die Risikoakzeptanz ist zudem davon abhängig, ob das Risiko freiwillig ausgeübt wird (z.B. Sport, Straßenverkehr), mit persönlichem Gewinn verbunden ist (z. B. Beruf) oder unfreiwillig erduldet werden muss (z. B. Naturkatastrophen und technische Unfälle). Pro 1'000 Segelflieger verunfallen 1.8 Sportler pro Jahr tödlich [1]. Segelfliegen wird zwar als risikoreicher Sport eingestuft, ist jedoch nicht verboten. Für Risiken am Arbeitsplatz, z. B. im Baugewerbe, empfiehlt die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA) die Risikoeinteilung [2] gem. Abb. 1. Für die Störfallvorsorge mit Auswirkungen auf die Bevölkerung und Umwelt lässt sich aus Art. 94 der Strahlenschutzverordnung (StSV, [3]) die Risikomatrix gem. Abb. 2 konstruieren.

Schadensausmaß S Wahrscheinl. W	heilbare Ver- letzung ohne Arbeitsausfall	heilbare Ver- letzung mit Arbeitsausfall	leichter blei- bender Scha- den	schwerer blei- bende Schaden	Tod
> 1 mal pro Monat pro 1'000 Arbeiter	3	2	1	1	1
< 1 mal pro Monat pro 1'000 Arbeiter	3	2	1	1	1
< 1 mal pro Jahr pro 1'000 Arbeiter	3	2	2	1	1
< 1 mal pro 5 Jahre pro 1'000 Arbeiter	3	2	2	2	1
< 1 mal pro 20 Jahre pro 1'000 Arbeiter	3	3	3	2	2

Abb. 1: Die von der SUVA empfohlene Risikomatrix [2]. Das Schadensausmaß S wird in Gesundheitsschäden eingeteilt. Die Eintrittswahrscheinlichkeit W bezieht sich auf 1'000 Mitarbeiter, die die gleiche Tätigkeit ausüben. Maßnahmen gegen große Risiken (Zone 1) sind dringend notwendig, gegen mittlere Risiken (Zone 2) notwendig.

Schadensausmaß S Wahrscheinl. W	< 0.2 mSv pro Jahr	> 0.2 mSv pro Jahr	> 0.2 mSv pro Störfall	> 1 mSv pro Störfall	gross
> 1 mal pro 10 Jahre pro Werk		M	M	M	M
< 1 mal 10 Jahre pro Werk			M	M	M
< 1 mal pro 100 Jahr pro Werk				M	M
< 1 mal pro 10'000 Jahre pro Werk					M

Abb. 2: Die aus der StSV abgeleitete Risikomatrix. Das Schadensausmaß S wird in effektiver Dosis für die meist betroffene Bevölkerung angegeben. Die Eintrittswahrscheinlichkeit W bezieht sich auf ein Werk. Vorsorgliche Maßnahmen gegen Störfälle mit einem Risiko der Zone M sind zwingend vorgeschrieben.

2. Ausgangslage

Letztes Jahr verlangte die SUVA von zwei Isotopenlabors des Typs B (die erlaubte maximale pro Tag gehandhabte Aktivität ist auf 10'000 Bewilligungsgrenzen limitiert; dies entspricht z.B. 1 TBq H-3 oder 90 GBq C-14) Risikobeurteilungen, die einerseits die Gefährdung der Mitarbeiter und andererseits der Stadtbevölkerung analysieren und radiologisch bewerten sollen.

Vergleicht man die Risikomatrix aus der Arbeitswelt (Abb. 1) mit derjenigen aus dem Strahlenschutz (Abb. 2) fällt sofort auf, dass die Wahrscheinlichkeit W im einen Fall pro Jahr und 1'000 Arbeiter und im anderen Fall pro Jahr und Werk angegeben wird. Zudem denkt der Arbeitsspezialist in den relativ einfachen Begriffen Tod, Invalidität und leichte Verletzung während der Strahlenschützer die für Außenstehende nicht leicht nachvollziehbaren Strahlendosen (effektive Dosis E oder Organdosis H_T) nach externer Bestrahlung, Kontamination und Inkorporation verwendet. Als drittes Problem kommt hinzu, dass sich jeder unter einem abgetrennten Daumen sehr gut etwas vorstellen kann, während das wegen einer effektiven Dosis von 25 mSv um ein Promille erhöhte Krebsrisiko für die meisten Menschen abstrakt bleibt. Viertens sei erwähnt, dass große Teile der Bevölkerung irrationale Ängste vor einer Bestrahlung haben, dem die Firmenleitung bei ihrer Öffentlichkeitsarbeit Rechnung tragen muss.

Damit waren Strahlenschützer, Arbeitsmediziner, Sicherheitsspezialisten, Labormitarbeiter, Firmenleitung und SUVA gefordert, Entscheidungsmatrices zu erarbeiten, die den Vorgaben aus Arbeitssicherheit und Strahlenschutz sowie der Firmenkultur entsprachen aber trotzdem noch für alle Beteiligten nachvollziehbar und akzeptierbar waren.

3. Lösung

In einem ersten Schritt wurde entschieden, dass die Matrices für Mitarbeiter und Bevölkerung die gleichen Schadensausmaß- und Eintrittswahrscheinlichkeits-Kategorien haben sollen. Als Schadensausmaß wurde die effektive Folgedosis durch Inhalation der meist betroffenen Person gewählt und die Grenzen von bekannten Werten übernommen: 0.01 mSv (untere Grenze der Optimierungspflicht für nicht beruflich strahlenexponierte Personen, n.b.s.P.), 0.2 mSv (quellenbezogener Dosisrichtwert), 1 mSv (Jahresgrenzwert für n.b.s.P.), 20 mSv (Jahresgrenzwert für b.s.P.), 250 mSv (Dosisgrenzwert für die obligatorische ärztliche Kontrolle) und 1'000 mSv (Schwellendosis des Strahlensyndroms). Für die Eintrittswahrscheinlichkeit wurde eine Einteilung in Ereignisse pro Labortrakt gewählt und in Jahreszehnerschritte unterteilt.

In diese Matrices wurden die gesetzlichen Mindestanforderungen eingetragen. Den nicht mit den Begriffen des Strahlenschutzes vertrauten Personen wurden die biologischen Folgen der oben erwähnten Dosisgrenzen erklärt. Alle wurden über die Größen anderer beruflicher, sportlicher und technischer Risiken informiert. Danach wurden in Diskussionen ein Konsens für die Einteilung in die Risikozonen 1, 2 und 3 erarbeitet.

In einem ersten Schritt wurde die Frage nach der tolerierbaren Anzahl akuter Strahlentodesfällen unter Mitarbeitern gestellt. Gemäss der Matrix von Tab. 1 ist ein Todesfall pro 20'000 Mannjahre 'nur' ein mittleres Risiko. In Analogie hierzu sollte für einen Labortrakt mit 10 Mitarbeitern ein schwerer Strahlenunfall mit letaler Dosis von 12'000 mSv einmal pro 2'000 Jahre 'knapp tolerierbar' sein. Dieser bewusst provokativ gewählte Ansatz wurde von allen Befragten vehement abgelehnt. Die Toleranzschwelle wurde mit 1'000 mSv (leichtes Strahlensyndrom ohne tödlichen Ausgang) in einmal pro 10'000 Jahre viel strenger angesetzt.

Mit ähnlichen, aber nicht ganz so drastischen Vergleichen wurden die übrigen Matrixfelder besprochen. Dabei tendierten die Vertreter der Firmenleitung für eine strenge Risikomatrix für die Bevölkerung, da sie deren strahlenfeindliche Grundstimmung ernstnahmen während die Mitarbeiter eine eher großzügige Risikomatrix (allerdings bis höchstens 1'000 mSv) für das Laborpersonal anstrebten, da sie neue hinderliche und kostspielige Strahlenschutzmaßnahmen befürchteten.

Das Resultat dieser Konsensfindung ist in Abb. 3 und 4 dargestellt.

Schadensausmaß S Wahrscheinl. W	< 1 mSv	> 1 mSv	> 20 mSv	> 250 mSv	> 1'000 mSv
> 1 mal pro Jahr pro Labortrakt	3	1	1	1	1
< 1 mal pro Jahr pro Labortrakt	3	2	1	1	1
< 1 mal pro 10 Jahre pro Labortrakt	3	3	1	1	1
< 1 mal pro 100 Jahre pro Labortrakt	3	3	2	1	1
< 1 mal pro 1'000 Jahre pro Labortrakt	3	3	3	2	1
< 1 mal pro 10'000 Jahre pro Labortrakt	3	3	3	3	2

Abb. 3: Risikomatrix für Labormitarbeiter. Das Schadensausmaß wird in effektiver Folgedosis durch Inhalation angegeben. Zonen 1, 2 und 3 wie in Abb. 1.

Schadensausmaß S Wahrscheinl. W	< 0.01 mSv	> 0.01 mSv	> 0.2 mSv	> 1 mSv	> 20 mSv
> 1 mal pro Jahr pro Labortrakt	2	1	1	1	1
< 1 mal pro Jahr pro Labortrakt	3	1	1	1	1
< 1 mal pro 10 Jahre pro Labortrakt	3	2	1	1	1
< 1 mal pro 100 Jahre pro Labortrakt	3	3	2	1	1
< 1 mal pro 1'000 Jahre pro Labortrakt	3	3	3	2	1
< 1 mal pro 10'000 Jahre pro Labortrakt	3	3	3	3	2

Abb. 4: Risikomatrix für die Bevölkerung. Das Schadensausmaß wird in effektiver Folgedosis durch Inhalation angegeben. Zonen 1, 2 und 3 wie in Abb. 1.

4. Anwendung

Im Rahmen einer Risikoanalyse wurden pro Labortrakt ca.100 Arbeitsprozesse erfasst. Das Schadensausmaß S, ausgedrückt in mSv, wurde für die Labormitarbeiter mittels Inkorporationsannahmen und für die Bevölkerung mittels anerkannter Ausbreitungsmodelle abgeschätzt. Für das Erfassen der Eintrittswahrscheinlichkeit W wurden Arbeits- und Brandbekämpfungsspezialisten zugezogen. Prozesse, die in die Risikozone 1 fielen, wurden sofort gestoppt. Maßnahmen gegen Risiken der Zone 2 wurden innerhalb von 6 Monaten umgesetzt.

5. Literatur

- [1] Fritzsche A.F. Wie gefährlich leben wir? TÜV Verlag Rheinland, Köln 1992.
- [2] Forsblom-Pärli U. Methode Suva zur Beurteilung von Risiken an Arbeitsplätzen und bei Arbeitsabläufen. Suva, Luzern 1999.
- [3] Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994. <http://www.admin.ch/ch/d/sr/8/814.501.de.pdf>