

Version November 2013

## Factsheet

### Bleibelastung in Raumschiessanlagen

Christoph Bosshard, GAC, Dr. med. Claudia Pletscher, AM

#### 1. Beruflich in Schiessanlagen exponierte Arbeitnehmende in der Schweiz

Eine umfassende Zusammenstellung zu Schiessanlagen (indoor/outdoor) in der Schweiz besteht nicht. Die Anzahl beruflich exponierter Personen resp. Personengruppen kann daher lediglich abgeschätzt werden. Basierend auf den bisherigen Erfahrungen kann von folgenden Personengruppen ausgegangen werden, welche im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit gegenüber Schadstoffen aus Schiessaktivitäten exponiert sind:

- Angehörige von Polizeikorps (Gesamtbestand rund 16'000 Polizisten. Mutmasslich grösste Gruppe; hauptsächlich als Schützen, weniger als Instruktoren oder im Unterhalt exponiert)
- Trainer des Schweizerischen Schiesssportverbands, SSV (Hauptsächlich als Instruktoren exponiert)
- Berufsmilitärs und Angestellte des Bundes (Instruktoren, Unterhalt)
- Angestellte von Firmen mit eigenen Schiessanlagen (Waffengeschäfte/Büchsenmacher, Waffenhersteller, Sicherheitsdienste, Munitionshersteller)
- Angestellte von Schiessanlagen für die Öffentlichkeit
- Angestellte von Firmen die sich mit dem Unterhalt von Schiessanlagenkomponenten wie Kugelfang oder Lüftungsanlage beschäftigen

#### 2. Bleiquellen / weitere relevante Schadstoffe

In Schiessanlagen kann Blei in der Regel als Schadstoff-Leitkomponente angesehen werden. Quelle für Bleibelastungen beim Schiessen bildet die verschossene Munition. Die Belastung ist damit abhängig vom Schiessbetrieb mit bleihaltiger Munition. Blei kann dabei als reaktive Komponente (z.B. Bleitrinitroresorcinat, Blei(IV)oxid) in herkömmlichen Anzündhütchen (z.B. SINOXID<sup>®</sup>, ca. 1 bis 7 mg pro Schuss) sowie als metallisches Blei in Geschossen (1 bis über 10 g pro Schuss) enthalten sein. Beim Schiessen können so aus der Umsetzung des Anzündhütchens, aus der Einwirkung heisser Treibladungsgase auf Bleioberflächen des Geschosses sowie durch die Reibung zwischen Bleioberflächen des Geschosses und Lauf bleihaltige Aerosole entstehen. Neben dem Abfeuern können beim Auftreffen des Geschosses auf Kugelfang

oder Ziel ebenfalls Bleiaerosole entstehen. Heute ist bei einigen Kalibern Munition verfügbar, welche beim Abschussvorgang keine relevante Blei-Quelle mehr darstellt. Ordonanzmunition ist jedoch nicht schadstoffoptimiert. In der Schweiz beläuft sich die via verschossene Munition jährlich in Umlauf gebrachte Bleimenge auf mehrere Hundert Tonnen [1].

Neben Blei können beim Schiessen auch kupfer-, antimon-, zink- und/oder bariumhaltige Aerosole entstehen. Die verwendeten Treibladungspulver setzen bei der Verbrennung zudem Kohlenmonoxid frei. Eine zusätzliche (Brand-)Gefährdung entsteht, vor allem in Raumschiessanlagen, durch unverbrannte Treibladungspulverreste [2].

Aufgrund der eingeschränkten Lüftungsverhältnisse sowie technischer Unterschiede ist in Raumschiessanlagen (indoor-Schiessanlagen) üblicherweise von einer, verglichen mit outdoor-Schiessanlagen, verschärften Schadstoffbelastungssituation auszugehen.

### **3. Auswertung von 82 personenbezogenen Arbeitsplatzmessungen**

Die vorliegenden Arbeitsplatzmessungen der Suva wurden in 8 künstlich gelüfteten Raumschiessanlagen in den Jahren 1991 - 2012 durchgeführt. Die messtechnisch erfassten Schiessanlagen decken das gesamte Distanzspektrum (3 - 300 m) sowie munitionsmässig den Bereich von Kleinkalibermunition bis Gewehrmunition ab. Ausgewertet wurden 82 personenbezogene Messungen. Die Messungen erfolgten üblicherweise tätigkeitsbezogen mit Probenahmezeiten von 8 - 168 Minuten. Bei Messresultaten unterhalb der Nachweisgrenze wurde die untere Nachweisgrenze als Messwert für die Auswertung verwendet.

#### **3.1 Gesamtübersicht Bleibelastung (Luft im Atembereich) über alle Messungen**

Arithmetisches Mittel:	0.813 mg/m <sup>3</sup>
Minimum:	<0.001 mg/m <sup>3</sup>
Maximum:	34.31 mg/m <sup>3</sup>
10 %-Wert:	0.014 mg/m <sup>3</sup>
50 %-Wert:	0.077 mg/m <sup>3</sup>
90 %-Wert:	1.101 mg/m <sup>3</sup>

Von den 82 tätigkeitsbezogenen Messungen liegen 36 über 0.1 mg/m<sup>3</sup> (MAK-Wert Niveau).

#### **3.2 Bleibelastungen nach Tätigkeiten**

##### **3.2.1 Schiessen (Schützen)**

Die Bleiexposition der Schützen ergibt sich aus den beim Schuss entstehenden bleihaltigen Aerosolen, sei es aus der eigenen Waffe oder jener benachbarter Schützen. Beim Schiessen resultierten im arithmetischen Mittel über alle 50 Messungen (Probenahmedauer von 15 - 140 Minuten) inhalative Bleibelastungen der Schützen von 0.473 mg/m<sup>3</sup>. 27 Messwerte lagen über 0.1 mg/m<sup>3</sup> (MAK-Wert Niveau).

Die individuellen Bleibelastungen hängen im Einzelfall stark vom Schiessbetrieb, der verwendeten Munition sowie der Lüftungsauslegung ab. Vor dem Hintergrund eines üblicherweise zeitlich begrenzten Schiessbetriebs (weniger als 2 Stunden) und der für die meisten Arbeit-

nehmenden nur gelegentlichen Durchführung dieser Tätigkeit ist für Schützen im Allgemeinen nicht von unzulässigen inhalativen Bleiexpositionen im Sinne von MAK-Wert-Überschreitungen auszugehen.

Erhöhte Bleibelastungen des Schützen können aus der Verwendung von schadstoffreicher Munition resultieren. So zeigte Pistolenordonanzmunition (Pistolenpatrone 41, Blei im Anzündelement und im Geschoss ohne Heckabdeckung) im arithmetischen Mittel (5 Messwerte) Bleibelastungen des Schützen von  $0.628 \text{ mg/m}^3$ . Diese Munition wird im Rahmen des dienstlichen und ausserdienstlichen Schiessens der Schweizer Armee verschossen und wird teilweise auch durch Polizeieinheiten für Trainingszwecke eingesetzt.

Auch die im Sportbereich sehr populäre Kleinkalibermunition (22 Ir) führt trotz der begrenzten Mündungsenergie zu hohen Bleifreisetzungen (Bleigeschoss ohne Mantel, meist bleihaltige Anzündsätze), welche für die Schützen im arithmetischen Mittel (7 Messwerte) eine Bleibelastungen von  $0.229 \text{ mg/m}^3$  zeigte.

Bei Gewehrmunition stellte sich die Bleibelastung uneinheitlich dar. Bei höheren Mündungsenergien und stärkeren Treibladungen kann Kupfer und/oder Kohlenmonoxid zur Schadstoffleitkomponente werden. Eine Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes für Kohlenmonoxid ist bei stärkeren Treibladungen möglich. Gewehrmunition wird im beruflichen Umfeld eher selten verschossen.

Durch sorgfältige Auslegung der Raumschiessanlagenlüftung lassen sich die beim Schiessen entstehenden Schadstoffe aus dem Atembereich des Schützen fernhalten. Eine entsprechende Messung zeigte auch bei der Verwendung schadstoffreicher Munition für den Schützen Bleiexpositionen unter der Nachweisgrenze ( $< 0.001 \text{ mg/m}^3$ ).

Mit einer optimal ausgelegten Lüftung der Raumschiessanlage kann in der Regel die Schadstoffbelastung der Schützen während des Schiessbetriebs unterhalb der aktuell gültigen Grenzwerte gehalten werden.

Mit erhöhten Bleibelastungen ist bei Verwendung nicht schadstoffoptimierter Munition (Pistolenordonanzmunition, Kleinkalibermunition) zu rechnen

### 3.2.2 Instruktion (Instruktoren)

Instruktoren halten sich während dem Schiessen meist hinter, seltener neben den Schützen auf. Sie sind damit üblicherweise weiter von den beim Schuss entstehenden Bleiaerosolen entfernt und bedingt durch die Raumlüftungswirkung im Vergleich zu den Schützen weniger exponiert. Die 24 personenbezogenen Messwerte zur Bleibelastung von Instruktoren lagen im Bereich von  $<0.001 - 0.635 \text{ mg/m}^3$ , mit einem arithmetischen Mittel von  $0.104 \text{ mg/m}^3$ . 6 Messwerte (Probenahmedauer 35 - 125 Minuten) lagen über  $0.1 \text{ mg/m}^3$  (MAK-Wert Niveau).

Die individuelle Bleibelastung ist von den unter 3.2.1 aufgeführten Faktoren abhängig. Für Instruktoren ergab sich bei Verwendung der nicht schadstoffoptimierten Pistolenpatrone 41 (6 Messwerte) ein arithmetisches Mittel der Bleibelastung von  $0.199 \text{ mg/m}^3$ . Das arithmetische Mittel der 4 Messwerte beim Verschiessen von Kleinkalibermunition lag bezüglich Bleibelastung bei  $0.156 \text{ mg/m}^3$ .

Beruflich exponierte Instruktoren verbringen üblicherweise längere Zeiträume in Raumschiessanlagen (z.B. 2 mal 2 Stunden pro Tag) und dies regelmässig mit teilweise kurzen Intervallen (bis täglicher Aufenthalt).

Von einer Überschreitung des Blei-MAK-Werts für Instruktoren ist in der Regel nicht auszugehen. Unter besonderen Bedingungen (ungeeignete Luftführung und schadstoffreiche Munition und intensiver Schiessbetrieb sowie lange Aufenthaltszeit in der Raumschiessanlage) kann eine solche jedoch nicht ausgeschlossen werden.

### 3.2.1 Reinigung und Unterhalt

Bei Reinigungs- und Unterhaltsarbeiten an Raumschiessanlagen bestehen Expositionsmöglichkeiten gegenüber aus dem Schiessbetrieb stammenden Schadstoffablagerungen (Depots). Diese Depots können im Wesentlichen in folgende drei Bereiche unterteilt werden: Kontaminierte Oberflächen des Schiesskanals, Kugelfang und Lüftungsanlage.

#### - Bleiexposition via kontaminierte Oberflächen des Schiesskanals

Die beim Verschiessen bleihaltiger Munition entstehenden Aerosole führen zu einer Kontamination exponierter Anlageoberflächen mit Blei und anderen Schadstoffen. Der Kontaminationsgrad ist, in Abhängigkeit der Entfernung zur Schützenposition, des Munitionstyps und der Luftführung, unterschiedlich. Verglichen mit Kugelfang und Lüftungsanlage ist die Bleibelastung gering. Die Reinigung wird öfters (meist täglich) durchgeführt. Je nach Reinigungsverfahren können bei der Oberflächenreinigung einatembare Stäube anfallen. Neben der Inhalation ist auch der unbeabsichtigten Einnahme via verschmutzte Hände oder Kleider Rechnung zu tragen. Es ist zudem nicht auszuschliessen, dass Blei in nicht direkt exponierte Anlageteile verschleppt wird. Die messtechnisch erfasste Nassreinigung eines Schiesskanals während 35 Minuten zeigte Bleibelastungen unterhalb der Nachweisgrenze von  $0.005 \text{ mg/m}^3$ . Von Überschreitungen des Blei-MAK-Werts bei der Schiesskanalreinigung ist bedingt durch die kurze Expositionszeit und die mässige Bleibelastung nicht auszugehen.

#### - Bleiexposition bei Arbeiten am Kugelfang

Der Kugelfang dient dem Abbremsen des Geschosses und der Vermeidung des Rückpralls von Geschossen bzw. Fragmenten. Dazu stehen unterschiedliche Systeme mit spezifischen Vor- und Nachteilen zur Verfügung. Bedingt durch Faktoren wie hohe Geschossgeschwindigkeiten oder die Konzentrierung der Treffer auf einer kleinen Fläche (Geschoss trifft dann auf Geschoss) können Zerlegungen des Geschosses und damit erhebliche Mengen an Metallstäuben auftreten. Die Geschossreste werden üblicherweise dem Metallrecycling zugeführt, wozu ein direkter Umgang mit den Rückständen notwendig ist. Da bei bleihaltiger Munition die weitaus grösste Bleimenge im Geschoss enthalten ist und der Kugelfang meist in längeren Zeitabständen gewartet wird, stellt der Kugelfang das mit Abstand grösste Bleidepot dar. Trotz der insgesamt begrenzten Expositionszeiten bei Arbeiten am Kugelfang können so - auch bei Anlagen im Freien - hohe aufgenommene Bleidosen resultieren. Bedingt durch die Verwendung von Bleilegierungen sind dabei auch relevante Expositionen gegenüber Antimon nicht auszuschliessen.

Zur inhalativen Belastung bei der Reinigung unterschiedlicher Kugelfangsysteme während 8 - 21 Minuten liegen 3 Messwerte vor. Diese zeigen Bleibelastungen von  $0.926 - 34.3 \text{ mg/m}^3$ . Daraus kann abgeleitet werden, dass bei der Wartung des Kugelfangs Überschreitungen des

Blei-MAK-Werts zu erwarten sind und deshalb besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich Umsetzung von Schutzmassnahmen (siehe Abschnitt 4) notwendig ist.

#### - Bleiexposition bei Arbeiten an Lüftungsanlagen

Die Lüftungsanlage dient der Abscheidung von Aerosolen aus der meist via Kugelfang abgesaugten Raumluft, bevor diese ins Freie abgeleitet wird. Die abgesaugte Luft enthält daher namhafte Anteile an Blei sowie anderen Metallen. In der Lüftungsanlage finden sich diese akkumuliert in den Filterelementen sowie im Innern der rohgasseitigen Lüftungskanäle. Die Wechselintervalle der Filterelemente sind üblicherweise lang (jährlich oder weniger), die Lüftungskanäle werden allenfalls im Rahmen einer gelegentlichen Grundreinigung berücksichtigt. Unterhalt und Wartung der Lüftungsanlage erfolgt durch betriebseigenes Unterhaltspersonal oder Lüftungsfirmen.

Zu Arbeiten an Lüftungsanlagen von Raumschiessanlagen liegen keine Resultate von Arbeitsplatzmessungen vor. Aufgrund der zu erwartenden hohen Bleibelastung sowie der staubförmigen Form sind bei falscher Handhabung relevante Blei-Expositionen zu erwarten. Überschreitungen des Blei-MAK-Werts können deshalb für diese Tätigkeiten nicht ausgeschlossen werden. Es ergibt sich damit ebenfalls ein Schwerpunkt hinsichtlich Schutzmassnahmen (Abschnitt 4).

Bei Reinigung und Unterhalt von Raumschiessanlagen ist mit einer relevanten Schadstoffbelastung zu rechnen. Insbesondere bei Arbeiten an Kugelfängen und an Lüftungsanlagen ist von hohen Bleibelastungen mit möglicher Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes auszugehen.

## **4. Gesundheitliche Gefährdung durch Blei**

### **4.1 Blut**

Blei verursacht Störungen des hämatologischen Systems, wobei hauptsächlich die Erythrozyten (rote Blutkörperchen) betroffen sind. Die Anämie (Blutarmut), die klassische Manifestation der Bleiintoxikation, resultiert dosisabhängig einerseits aufgrund der Hemmung der Hämoglobinsynthese durch Blei, andererseits durch direkte toxische Effekte auf die Erythrozyten. Sie ist in der Regel mässig ausgeprägt.

### **4.2. zentrales und peripheres Nervensystem**

Blei wirkt toxisch auf das zentrale und das periphere Nervensystem. Besonders das sich in Entwicklung befindliche Hirn des ungeborenen Kindes wie des Kleinkindes reagiert sehr empfindlich auf die schädigende Wirkung des Bleis. Bei Erwachsenen wurde in epidemiologischen Studien festgestellt, dass bereits bei längerer Exposition mit Blutbleispiegeln von 400 µg/l (1,93 µmol/l) Störungen des zentralen Nervensystems auftreten können. Die leichten Störungen zeigen sich in Form einer Verminderung der globalen Leistungsfähigkeit, Konzentrations- und Gedächtnisstörungen. Sie sind in der Regel leichter Natur.

Die periphere Bleineuropathie ist schon lange bekannt. Sie tritt viel später auf als die des zentralen Nervensystems. Es werden überwiegend die motorischen Nerven betroffen. Die häufigste Form ist die sogenannte Fallhand. Sie ist auf beiden Seiten symmetrisch und betrifft selektiv die Strecker (Extensoren). Die Lähmung kann sich auf weitere Finger wie auch die Strecker des Handgelenkes ausbreiten.

#### **4.2. Nieren**

Die Nierentoxizität von Blei wurde bei Blei exponierten Arbeitnehmenden unter den heutigen Arbeitsbedingungen wenig untersucht. Es gibt Hinweise, dass nicht mit schädlichen Auswirkungen von Blei unterhalb von Blutbleispiegeln von 400 µg/l (1,93 µmol/l) gerechnet werden muss. Bei einem Blutbleispiegel zwischen 400 – 700 µg/l (1,93 – 3,38 µmol/l) beschreiben einzelne Autoren funktionelle Störungen der Nieren im Bereiche der Tubuli.

#### **4.3. Magen-Darm-Trakt**

Die akute Bleivergiftung zeigt sich im Magen-Darmtrakt als sogenannte „Bleikoliken“, schmerzhaften, anfallsartig auftretenden Krisen im Bereiche des Dickdarmes, manchmal verbunden mit hartnäckiger Verstopfung und Erbrechen. Bei der typischen Ausprägung sind erhöhte Blutdruckwerte und eine Verlangsamung des Herzschlages nachweisbar. Diese Bleikoliken sind heute nur ausnahmsweise zu beobachten, sind sie doch nur bei Blutbleispiegeln oberhalb von 1000 µg/l (4,83 µmol/l) beschrieben.

### **5. Schutzmassnahmen**

Durch entsprechende Schutzmassnahmen kann die Bleibelastung der im Umfeld von Raumschiessanlagen tätigen Arbeitnehmenden wesentlich reduziert oder gar eliminiert werden. Es ist allerdings zu beachten, dass in bestimmten Situationen auch nach Elimination der Bleibelastung Expositionen gegenüber anderen gesundheitsgefährdenden Stoffen (wie Kupfer) verbleiben können, was das Treffen spezifischer Schutzmassnahmen notwendig macht.

#### **5.1 Ersatz bleihaltiger Munition**

Durch die Verwendung von bleifreier Munition (bleifreies Geschoss, bleifreies Anzündelement) gelingt es, den Neueintrag von Blei in Raumschiessanlagen zu reduzieren und damit im besten Fall die Thematik Bleibelastung dauerhaft zu lösen.

Bleifreie Munition ist insbesondere in einzelnen gängigen Pistolenkalibern verfügbar. Eine konsequente Verwendung schadstoffoptimierter Munition beschränkt sich aktuell noch auf Ausnahmefälle (z.B. Polizeiformationen). Eine zukünftige gesetzliche Beschränkung des Bleigehalts von Munition für Raumschiessanlagen ist derzeit nicht absehbar. Es ist zu beachten, dass bei Verwendung bestimmter bleifreier Munitionstypen trotzdem relevante Schadstofffreisetzung (z.B. Kupfer) resultieren können, was entsprechende Schutzmassnahmen notwendig macht.

Bleireduzierte Munition (Anzündelement bleifrei, z.B. SINTOX<sup>®</sup>, Bleigeschoss vollständig ummantelt) setzt beim Schiessen praktisch kein Blei frei und reduziert die Bleibelastung der Schützen und Instruktoren.

## 5.2 Technische Schutzmassnahmen

### 5.2.1 Lüftungsauslegung der Raumschiessanlage

Für Raumschiessanlagen ist nach den Regeln der Technik (z.B. deutsche Schiessstand-Richtlinien [3]) eine Verdrängungslüftung (Luft strömt in Schussrichtung und wird über den Kugelfang abgeführt) mit einer mittleren Luftgeschwindigkeit von 0.25 - 0.3 m/sec im Schiesskanal notwendig. Der (aufwendigen) turbulenzarmen Luftzuführung via die Rückwand hinter den Schützen sowie der entsprechenden Ausführung des Schiesskanals ohne turbulenz erzeugende Einbauten kommt dabei zur Gewährleistung einer laminaren Luftströmung und zur Vermeidung von Rückströmungen eine grosse Bedeutung zu. Die Lüftungsauslegung erfordert besonderes Fachwissen und entsprechend den Beizug von Spezialisten. Fundierte Raumlüftungskenntnisse reichen erfahrungsgemäss nicht aus. Von den messtechnisch durch die Suva erfassten Raumschiessanlagen entsprach nur gerade eine den deutschen Vorgaben und wurde durch einen anerkannten Spezialisten ausgelegt. Für diese Anlage ergaben sich denn auch bei der Verwendung von als schadstoffreich bekannten Munitionstypen Bleiexpositionen der Instruktoren unterhalb der Nachweisgrenze. Daraus kann abgeleitet werden, dass das Problem der Schadstoffbelastung von Schützen und Instruktoren während des Schiessbetriebs für die meisten Raumschiessanlagen, unabhängig vom Munitionsaufbau, durch eine fachgerechte Auslegung der Lüftung gelöst werden kann.

Aktuell ist trotz grundsätzlich guten Ventilationsleistungen der lüftungstechnische Stand der meisten der Suva bekannten Raumschiessanlagen ungenügend. Die Luftströmung ist bei vielen nach dem Verdrängungsprinzip arbeitenden Anlagen turbulent, es finden teils massive Rückströmungen entgegen der Schussrichtung statt und es bestehen oft grossflächige, die Luftströmung störende Einbauten. Dies führt zu einer unvollständigen Entfernung belasteter Luft und damit zu einer erhöhten Bleibelastung von Schützen und Instruktoren. Gleiches gilt für die in älteren Anlagen anzutreffenden Querlüftungen.

### 5.2.2 Kugelfang

Aus Sicht des Gesundheitsschutzes sind Kugelfänge im Rahmen der schiess technischen Möglichkeiten so auszulegen, dass Geschosserlegungen und damit ein Anfall von feinteiligen Schadstoffen möglichst vermieden werden können. Bei Pistolenmunition kann dies beispielsweise durch geeignete Kunststofflamellen erzielt werden.

Ist dies nicht möglich, ist dafür zu sorgen, dass die Kugelfänge als quasi geschlossene Systeme ausgebildet werden und die anfallenden Geschossfragmente und -stäube definiert auffangen werden können. Ein offener Umgang mit staubenden Geschossresten ist zu vermeiden (z.B. kein offenes Entleeren oder Umleeren von trockenen Geschossfragmenten oder Trennen von Granulat und Geschossfragmenten durch offenes Sieben).

## **5.3 Organisatorische Schutzmassnahmen**

### 5.3.1 Information/Instruktion

Die Arbeitnehmenden sind durch den Arbeitgeber über die Gefährdungen durch Blei zu informieren und bezüglich zu treffender Schutzmassnahmen anzuleiten. Für die jeweiligen Arbeitsprozesse wie tägliche Reinigung, die periodische Grundreinigung oder Arbeiten am Kugelfang sind schriftliche Arbeitsanweisungen zu erstellen. Schulungen sind zu dokumentieren. Bodenreinigungsarbeiten sind zur Verringerung der Staubentwicklung nach Möglichkeit nass auszuführen. In durch unverbrannte Treibladungspulverreste gefährdeten Bereichen dürfen nur speziell dafür ausgelegte Staubsauger verwendet werden.

### 5.3.2 Hygiene

Im Rahmen allgemeiner Hygienemassnahmen ist das Rauchen, Essen und Trinken in Raumschiessanlagen zu verbieten. Bei mangelnder Hygiene kann zudem eine direkte Ingestion via bleikontaminierte Hände die Bleibelastung wesentlich erhöhen. Der gründlichen Reinigung der Hände nach Ende des Aufenthalts in Raumschiessanlagen ist daher besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Gleiches gilt für das Verschleppen von Blei in andere Betriebsbereiche. In den Garderoben sollen den für Reinigung und Unterhalt zuständigen Personen getrennte Schränke für Arbeitskleider und persönliche Effekte sowie ausreichend Waschgelegenheiten zur Verfügung stehen.

### 5.3.3 Frauen im gebärfähigen Alter

Bei Beschäftigung von Frauen im gebärfähigen Alter, sowie schwangeren und stillenden Arbeitnehmerinnen ist die Verordnung 1 vom 10. Mai 2000 zum Arbeitsgesetz (ArGV1) und die Verordnung des EVD vom 20. März 2001 über gefährliche und beschwerliche Arbeiten bei Schwangerschaft (Mutterschutzverordnung) zu beachten. Das bei der Verbrennung von Treibladungspulvern entstehende Kohlenmonoxid gilt gemäss Mutterschutzverordnung als besonders gefährlich für Mutter und Kind.

## **5.4 Personenbezogene Schutzmassnahmen**

### 5.4.1 Hygienisches Verhalten

Die persönliche Hygiene der für Reinigung und Unterhalt zuständigen Personen ist ganz entscheidend und muss wiederholt geschult und auch überprüft werden. Dazu gehört tägliches Wechseln der Arbeitskleider sowie regelmässiges Waschen des Gesichts und der Hände vor jeder Pause und vor und nach dem Toilettengang. In den Arbeitsräume ist ein striktes Ess-, Trink- und Rauchverbot anzuordnen.

### 5.4.2 Persönliche Schutzausrüstung

Bei Arbeiten an Kugelfang und Lüftungsanlagen von Raumschiessanlagen ist bedingt durch die möglichen hohen Schadstoffbelastungen die zusätzliche Verwendung persönlicher Schutzausrüstung notwendig. Diese umfasst:



- Atemschutzmaske FFP3 oder weiter gehende Atemschutzmassnahmen (Vollmasken mit Partikelfiltern oder Masken, Helme und Hauben mit Partikelfiltern und Gebläse)
- Chemikalienschutzkleidung gegen Teilchen fester Chemikalien (Typ 5)
- Zweckmässige dichte Schutzhandschuhe gegen staubförmige Einwirkungen (z.B. Abwaschhandschuhe aus Gummi)

Die korrekte Anwendung der persönlichen Schutzausrüstung sowie das kontaminationsarme Ablegen verschmutzter persönlicher Schutzausrüstung ist ebenfalls in die Schulung aufzunehmen. Atemschutz FFP3, Chemikalienschutzanzug und Schutzhandschuhe sind nach einmaligem Gebrauch fachgerecht zu beseitigen.

Zur Reduktion einer möglichen Schadstoffbelastung empfiehlt sich auch für die trocken durchgeführten täglichen Reinigungsarbeiten (Zusammenkehren von Hülsen/unverbrannter Treibladungspulverreste, Trockenwischen des Schiessbahnkanals) die Anwendung einer geeigneten Atemschutzmaske (FFP2 oder FFP3). Diese Arbeiten sind zudem bei eingeschalteter Lüftung durchzuführen.

### **5.5 Überwachung durch biologisches Monitoring im Rahmen der Arbeitsmedizinischen Vorsorge**

Betriebe mit relevanter Bleiexposition werden gemäss Art. 70 der Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) durch die Suva der arbeitsmedizinischen Vorsorge unterstellt und es wird eine Überwachung der exponierten Arbeitnehmenden mittels Biologischem Monitoring durchgeführt. In der Regel erfolgt eine Bleibestimmung im Vollblut in Intervallen von 12 Monaten. Grundlage für die Beurteilung des Biologischen Monitorings stellt der Biologische Arbeitsstofftoleranzwert (BAT-Wert) dar. Der BAT-Wert beschreibt die arbeitsmedizinisch-toxikologisch abgeleitete Konzentration eines Arbeitsstoffes, seiner Metaboliten oder eines Beanspruchungsindikators im biologischen Material, bei der im Allgemeinen die Gesundheit der Arbeitnehmenden auch bei wiederholter und langfristiger Exposition nicht beeinträchtigt wird. BAT-Werte beruhen auf einer Beziehung zwischen äusserer und innerer Exposition oder zwischen der inneren Exposition und der dadurch verursachten Wirkung des Arbeitsstoffes. Der BAT-Wert gilt als überschritten, wenn bei mehreren Untersuchungen eines Arbeitnehmenden die mittlere Konzentration des Parameters oberhalb des BAT-Wertes liegt. Für die Beurteilung der inneren Bleibelastung ist die Bestimmung von Blei im Vollblut der wesentliche Parameter. Aufgrund der langen Halbwertszeit von Blei widerspiegelt dieser die Langzeitbelastung des Körpers. Zu beachten ist, dass ein kurzfristiger deutlicher Anstieg des Vollblutbleispiegels durch eine Mobilisierung von Bleidepots insbesondere in den Knochen beispielsweise durch Fieber oder Immobilisation erfolgen kann.

Der BAT-Wert für Blei im Vollblut beträgt für Frauen über 45 Jahren und für Männer 400 µg/l (= 1,93 µmol/l). Derjenige für Frauen unter 45 Jahren wurde wegen der Auswirkungen auf den Embryo auf den oberen Referenzwert für die Normalbevölkerung von 100 µg/l (= 0,48 µmol/l) festgelegt.

Bei geringgradigem Überschreiten des BAT-Wertes von 400 µg/l (1,93 µmol/l) ist nicht mit akuten Wirkungen von Seiten des Knochenmarkes, des Magen-Darm-Traktes, des Blutes oder der Nieren zu rechnen. Bei Überschreiten des Wertes von 700 µg/l (3,38 µmol/l) ist in Abhän-

gigkeit von der Höhe des Blutbleis mit gesundheitlichen Auswirkungen im Sinne der Bleiintoxikation zu rechnen. Es erfolgen deshalb bei Werten  $> 700 \mu\text{g/l}$  unmittelbare Kontrollen des Bleis im Vollblut und je nach Situation weitere Massnahmen, welche bis zur befristeten oder definitiven Nichteignungsverfügung gehen können.

Wenn Arbeitnehmende bei Arbeiten an potentiell hochbelasteten Bereichen wie dem Kugelfang oder an Lüftungsanlagen regelmässig eingesetzt werden, ist mit der Abteilung Arbeitsmedizin die Notwendigkeit von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen abzuklären.

## Literatur/Regelwerke

- [1] RUAG im Auftrag des BAFU: Geschlossene Kugelfänge für 300m-Schiessanlagen – technisch machbar und wirtschaftlich tragbar?, Juli 2004
- [2] VBG: Info-Map "Reinigung von Raumschiessanlagen", 2009
- [3] Bundesministerium des Innern: Schiessstandrichtlinien vom 23. Juli 2012, veröffentlicht im Bundesanzeiger am Dienstag, 23. Oktober 2012
- Schweizer Armee: technische Dokumentation 51.065 d, Technische Belange der Schiessanlagen für das Schiesswesen ausser Dienst, Stand am 01.10.2006
- Schweizer Schiesssportverband: Weisungen für die technischen Belange von Schiessanlagen für das Sportschiessen
- Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV)
- Grenzwerte am Arbeitsplatz, Suva, Bestellnummer 1903.d
- Verordnung 1 vom 10. Mai 2000 zum Arbeitsgesetz (ArGV1)
- Verordnung des EVD vom 20. März 2001 über gefährliche und beschwerliche Arbeiten bei Schwangerschaft (Mutterschutzverordnung)