

Gefahrstoffbelastung durch bleihaltige Zünder beim Training mit Farbmarkierungsmunition

Die Polizei in Baden-Württemberg plant die landesweite Einführung des Schießtrainings mit Farbmarkierungsmunition (FM-Munition). Damit wird der realitätsnahe Schusswaffengebrauch u.a. in geschlossenen Räumen ohne technische Lüftung ermöglicht. Die derzeit zur Verfügung stehende FM-Munition enthält - nach den Angaben des Sicherheitsdatenblattes - neben unbedenklichen Lebensmittelfarben und einem geringen Anteil einer Nitrocellulose-Treibladung einen bleihaltigen Zündsatz. Da davon auszugehen ist, dass beim Verschießen der verwendeten FM-Munition dieser Bleianteil teilweise freigesetzt und in der Raumluft fein verteilt wird, wurden realistische Übungsszenarien messtechnisch begleitet. Hierbei konnte nachgewiesen werden, dass pro Schuss FM-Munition bis zu 1 mg fein verteilter Bleistaub in die Raumluft abgegeben wird. Da bioverfügbares Blei beim Menschen bekanntermaßen „die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigt“ (R_{E1}) bzw. als „fruchtschädigend“ (R_{F3}) eingestuft ist [Lit. 1], sind insbesondere für unbelüftete Übungsräume nach der Gefahrstoffverordnung entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen.

Die angewendeten Vorsorge-Grundsätze der baden-württembergischen Polizei in Verbindung mit der messtechnischen Begleitung des FM-Trainings haben inzwischen dazu geführt, dass der Hersteller von FM-Munition zukünftig ausschließlich bleifreie Anzündsätze verwenden wird.

1 Einleitung

Der Schusswaffengebrauch kann mit Farbmarkierungsmunition (FM-Munition) in geschlossenen Räumen (Wohn- und Arbeitsräume ohne technische Lüftung) wirklichkeitstreu auch gegen Personen angewendet werden, da die Zielwirkung dieser FM-Munition - aufgrund seines Kunststoffprojektils und geringer Treibladung – nur unwesentlich ist. Der Gebrauch der Schusswaffe darf hierbei nur unter Berücksichtigung der „Verhältnismäßigkeit der Mittel“ auch bei Überraschungseffekten angewendet werden, so dass der Lerneffekt bei der realitätsnahen Schießausbildung als besonders wirkungsvoll eingeschätzt wird. In der Regel wird dabei nur gelegentlich eine FM-Patrone in einem Trainingsraum ohne zusätzliche Belüftung verschossen.

Die landesweite Einführung des Farbmarkierungstrainings soll u.a. in geschlossenen Wohn- oder Arbeitsräumen mit üblichem Mobiliar ohne technische Lüftung durchgeführt werden, weshalb die FM-Munition auch dahingehend überprüft werden muss, ob und ggf. in welchem Umfang eine Freisetzung gesundheitsgefährdender Stoffe stattfindet. Da sich insbesondere

die Ausbilder über einen längeren Zeitraum in diesen Trainingsräumen aufhalten, sollten im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung [Lit. 2] Maßnahmen für das Training mit FM-Munition bei der Polizei festgelegt werden.

2 Durchführung der Messungen

Gefahrstoffdaten: Die Erfassung der relevanten Gefahrstoffe (s. Tabelle 1) beruht auf den Ergebnissen früherer Messungen in Schießständen [Lit. 3] und Informationen aus dem Sicherheitsdatenblatt der eingesetzten Munition.

Tabelle 1: Stoffdaten relevanter Gefahrstoffe

Gefahrstoff	Arbeitsplatzgrenzwert nach TRGS 900 Schichtmittelwert [Lit.4]	Spitzen-Begrenzung Überschreitungs-faktor*	Einstufung
Staub: Einatembare Fraktion (E, Gesamtstaub)	Allgemeiner Staubgrenzwert 10 mg/m ³	2	R _E 1, R _F 3 (TRGS 900)
<i>Blei</i>	<i>0,1 mg/m³ (E)</i>	4	
<i>Antimon(verbindungen)</i>	<i>0,5 mg/m³ (E)</i>	-	
Aluminium	-	-	-
<i>Barium(verbindungen)</i>	<i>0,5 mg/m³ (E)</i>	4	
<i>Kupfer(verbindungen)</i>	<i>1 mg/m³ (E)</i>	4	
Zink	-	-	
CO	30 ppm	1	

Kursiv gedruckte Grenzwerte wurden mit Inkrafttreten der neuen Gefahrstoffverordnung gestrichen, können aber noch zur Orientierung dienen.

*: max. das 2 bzw.4-fache des Grenzwertes über 15 Minuten (Dauer nicht über 1 h pro Schicht)

R_E: fruchtschädigend ; R_F: beeinträchtigt die Fortpflanzungsfähigkeit

Trainingsraum: Der Trainingsraum hat ein Volumen von ca. 100 m³ und enthält verschiedene Einrichtungsgegenstände (Bild 1 und 2). Eine technische Lüftung ist nicht vorhanden. Fenster und Tür waren während der Messungen geschlossen.

Als „worst-case-Szenario“ wurden aus messtechnischen Gründen 6 Einzelschüsse im Abstand von 2 Minuten abgegeben. Danach mit jeweils einigen Minuten Abstand weitere 6 Schuss, anschließend noch zweimal 10 Schuss. Über einen Zeitraum von 40 Minuten wurden somit im Raum insgesamt 32 Schuss abgegeben.

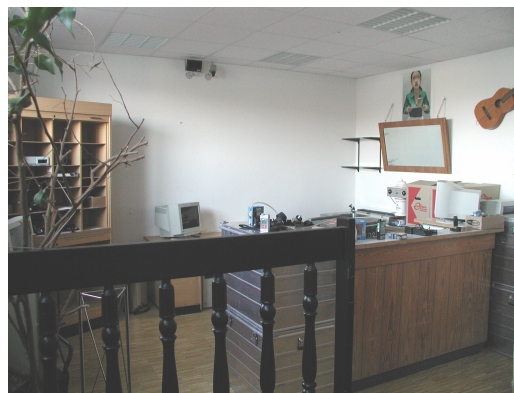


Bild 1 und 2: Realitätsnaher FM-Übungsraum

Modellschießstand: Eine eigens zur Verfügung gestellte 1 m³-Box aus beschichteten Spanplatten (LxBxH : 2x0,5x1 m) diente als „Modellschießstand“. Zur Plausibilitätsprüfung wurden 20 Einzelschüsse im Abstand von ca. einer Minute in dieses Raumvolumen von 1 m³ abgegeben (Bild 3) – messtechnisch wurden Kohlenmonoxid, einatembare Staub (E-Staub) und Schwermetalle erfasst.



Bild 3: Modellschießstand

Munition und Waffen

Im Rahmen der Messungen wurde eine Farbmarkierungswaffe vom Typ Heckler & Koch P2000 V5 FX eingesetzt. Als Munition wurden Patronen vom Typ 9 mm FX Marking Training Amunition der Firma SNC Technologies Inc, Le Gardeur, Quebec (Kanada) verwendet. Aus dem Sicherheitsdatenblatt des Herstellers geht hervor, dass die FM-Munition einen bleihaltigen Anzündsatz besitzt. Der Bleianteil des Anzündsatzes wird mit max. 0,18 % der Patronenmasse, d.h. max. 8 mg pro FM-Patrone angegeben.

Im Sicherheitsdatenblatt weist der Hersteller darauf hin, die Munition nur in gut gelüfteten Bereichen einzusetzen und in unbelüfteten Räumen gegebenenfalls Staubschutzmaßnahmen zu treffen. Gleichzeitig empfiehlt er auch, im Einzelfall Informationen über die Regelungen zum Arbeitsschutz im jeweiligen Land einzuholen.

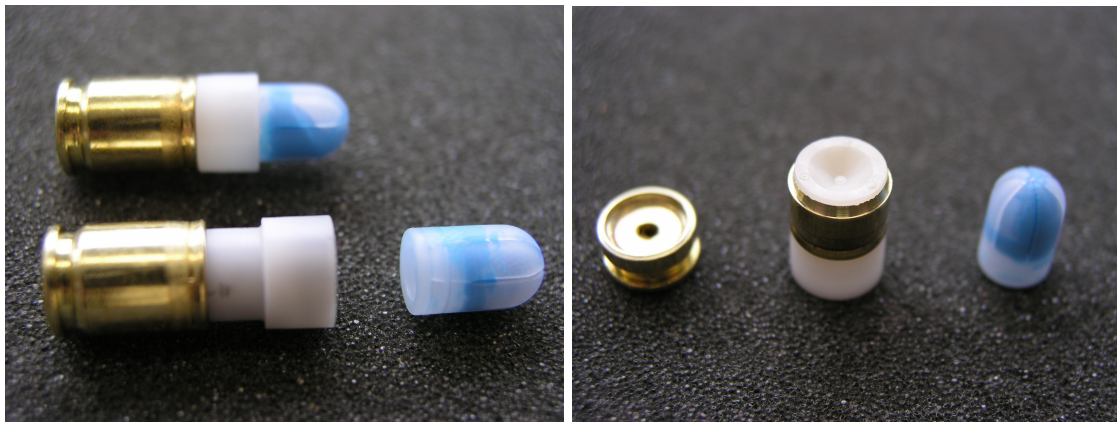


Bild 4 und 5: Farbmarkierungsmunition

Probenahme und Messverfahren

Messorte und Probenahmedauer wurden so gewählt, dass zusammen mit den vorliegenden Informationen zum zeitlichen Ablauf der Schießübungen eine Aussage über die Gefahrstofffreisetzung durch die verwendete Munition getroffen werden kann. Es wurden Kohlenmonoxid, Staub (einatembare Staubfraktion) und die im Staub enthaltenen Schwermetalle Blei, Antimon, Aluminium, Barium, Kupfer und Zink als zu messende Parameter festgelegt.

Kohlenmonoxid: Die Messung erfolgte mittels direktanzeigender Messgeräte vom Typ PAC II/III der Fa. Dräger. Vor der Messung wurde die werkseitige Kalibrierung der Geräte mittels Prüfgas kontrolliert.

Staub (einatembare Fraktion): Die Probenahme zur Bestimmung der Staubkonzentration in der Luft erfolgte nach BIA-Verfahren Nr. 7284 „Einatembare Fraktion“ [Lit. 5] mittels Personal Air Sampler.

Es wurde folgendes Messgerät eingesetzt:

Die Staubkonzentration wurde gravimetrisch ermittelt - die absolute Nachweisgrenze des Verfahrens (Wägung) liegt bei 0,2 mg.

Schwermetalle: Die Bestimmung der Schwermetalle Blei, Antimon, Aluminium, Barium, Kupfer und Zink erfolgte mittels induktiv gekoppeltem Plasma-Massenspektrometer (ICP-MS) nach einem oxidierenden Säureaufschluss der auf Filtern gesammelten Stäube entsprechend BIA-Verfahren Nr. 6015 „Aufschlussverfahren zur Analytik metallhaltiger Stäube“ [Lit. 6]. Die Bestimmungsgrenze liegt für alle untersuchten Metalle bei 0,1 µg/Filter.

3 Messergebnisse

Kohlenmonoxid

Der Verlauf der Raumluftbelastung im Trainingsraum während der Abgabe von insgesamt 32 Schuss FM-Munition ist in der nachfolgenden Abb. 1 dargestellt:

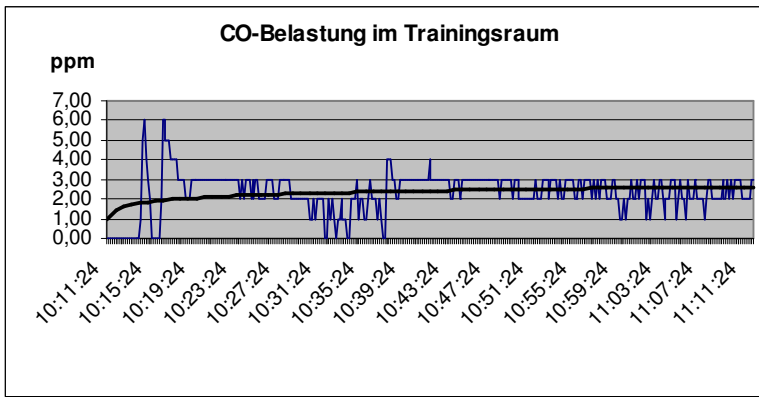


Abb. 1 CO-Belastung im Trainingsraum (Messzeitraum: 60 Min.)

Der Verlauf der Kohlenmonoxid-Freisetzung im Modellschießstand wird in Abb. 2 dargestellt:

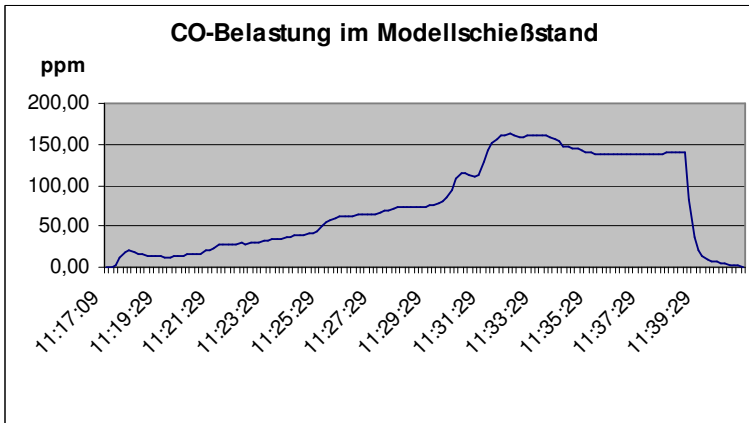


Abb. 2 CO-Belastung im

Modellschießstand (Messzeitraum: ca. 20 Min.)

Staub und Schwermetalle

Die ermittelte Staub- und Schwermetallbelastung wird in folgender Tabelle dargestellt:

Tabelle 2: Staub und Schwermetalle

Probe	Gefahrstoff [mg/m ³]						
	Staub (E)	Blei	Antimon	Aluminium	Barium	Kupfer	Zink
Testraum: Trainingsraum							
A (personengetragen)	0,49	0,26	0,09	< 0,01	0,08	< 0,01	< 0,01
B (ortsfest)	0,46	0,19	0,07	< 0,01	0,06	< 0,01	< 0,01
Modellschießstand							
C	24,8	11	3,9	0,23	3,3	0,07	3,6

Gefahrstoffbelastung durch FM-Munition

Kohlenmonoxid: Wie die schwarzgefärbte Verlaufskurve in Abb. 1 zeigt, steigt die Belastung der Raumluft durch Kohlenmonoxid im Trainingsraum ohne Lüftung mit zunehmender Schusszahl nur langsam an. Im Bereich des Schützen kommt es nach der Schussabgabe jeweils kurzzeitig zu Belastungsspitzen (blaugefärbt), die jedoch deutlich unter dem Arbeitsplatzgrenzwert von 30 ppm liegen. Nach Abgabe von insgesamt 32 Schuss FM-Munition und Verteilung im Raum (ca. 100 m³ verfügbares Luftvolumen) lag die Raumluftbelastung bei unterhalb 3 ppm.

Der Test in einem Modellschießstand mit einem Kubikmeter Rauminhalt ergab vergleichbare Luftbelastungen. Nach Abgabe von 10 Einzelschüssen stieg die Kohlenmonoxid-Belastung in der 1 m³-Box auf ca. 80 ppm an. Die Abgabe einer Serie von weiteren 10 Schüssen brachte eine Verdoppelung dieser Konzentration auf 160 ppm. Bei Annahme einer gleichmäßigen Verteilung des Kohlenmonoxids im Modellraum, ergibt sich bei 20 Schuss - umgerechnet auf ein Volumen von 100 m³ - eine Konzentration von ca. 2 ppm Kohlenmonoxid.

Aus den ermittelten Konzentrationen in Trainingsraum und Modellschießstand kann abgeleitet werden, dass ein einzelner Schuss in einem Raumvolumen von 1 m³ eine maximale CO-Konzentration von 8 ppm erzeugt (pro Schuss werden ca. 10 mg CO freigesetzt).

Staub (Einatembare Fraktion): Die Staubbelastung im Testraum lag nach Abgabe von 32 Schuss mit im Mittel 0,48 mg/m³ deutlich unter dem Staubgrenzwert (E-Staub) von 10 mg/m³.

Die Gesamtstaubbelastung im Modellschießstand (nach 20 Schuss) von 24,8 mg/m³ deutet darauf hin, dass pro Schuss mindestens 1,2 mg einatembare Staub freigesetzt werden.

Blei/Schwermetalle: Blei verursacht beim Training mit der untersuchten Munition die höchste Schwermetallbelastung. Mit 0,26 mg/m³ (Schütze, personengetragen) bzw. 0,19 mg/m³ (ortsfest) wurde bei Abgabe von 32 Schuss im Trainingsraum eine Blei-Konzentration in der Luft gemessen, die deutlich über der ehemaligen Technischen Richtkonzentration für Blei von 0,1 mg/m³ lag. Geht man von Schusszahlen aus, wie sie beim Training üblicherweise vorkommen (im Mittel 2-3 Schuss pro Trainingseinheit), so ergibt sich unter den gewählten Randbedingungen in der Raumluft (ca. 100 m³) eine Bleibelastung unterhalb der vormals gültigen Technischen Richtkonzentration. Aus den in Trainingsraum und Modellschießstand gemessenen Blei-Konzentrationen lässt sich somit pro Schuss die Freisetzung von bis zu 1 mg luftgetragenen Bleistaub ableiten. Aus diesem Wert und dem Raumvolumen eines beliebigen Trainingsraums kann somit orientierend die jeweils zu erwartende Blei-Raumluftbelastung abgeschätzt werden.

Die Schwermetalle Antimon und Barium tragen ebenfalls zu einer Raumluftbelastung bei - jedoch in deutlich geringerem Maße als Blei.

5 Gefährdungsbeurteilung und empfohlene Maßnahmen

Die seit dem 01.01.2005 gültige, neue Gefahrstoffverordnung bildet die Grundlage für die Bewertung der Gefahrstoffbelastung der Beschäftigten. Im Mittelpunkt steht dabei die Gefährdungsbeurteilung, die vom Arbeitgeber für alle Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt werden muss. Abhängig vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind demnach an einzelnen Arbeitsplätzen oder für bestimmte Tätigkeiten Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Die Gefahrstoffverordnung beinhaltet dazu ein 4-stufiges Schutzkonzept, das auch für Stoffe ohne Grenzwert anwendbar ist und es ermöglicht, geeignete Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten zu treffen.

Beim Umgang mit krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Stoffen (KMR-Stoffe), wie z.B. Blei, sind neben den Schutzmaßnahmen der Schutzstufen 1 bis 3 auch zusätzliche Maßnahmen der Schutzstufe 4 zu treffen. Eine wesentliche Maßnahme ist hierbei das Substitutionsgebot. Ansonsten ist eine Beseitigung oder Minimierung der Gefährdung der Beschäftigten nach dem Stand der Technik - unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit - anzustreben und würde folgendes bedeuten:

- Es ist im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung eine Substitutionsprüfung durchzuführen und festzustellen, ob die verwendete Farbmarkierungsmunition durch eine weniger gefährliche mit bleifreiem Anzündsatz ersetzt werden kann.
- Für KMR- Stoffe ohne Arbeitsplatzgrenzwert (wie Blei) ist eine Minimierung der Exposition nach dem Stand der Technik anzustreben. Da Blei aus dem Anzündsatz der FM-Munition zu einer erheblichen Belastung der Raumluft beiträgt, kann diese „Leitkomponente“ zur orientierenden Abschätzung der Raumluftbelastung in beliebigen Räumen herangezogen werden. Als Basis wird dabei die Freisetzung von max. 1 mg Blei pro Schuss angenommen. Für Kohlenmonoxid ergibt sich ein Wert von max. 10 mg (entspricht 8 ppm) pro Schuss.

Für das Training mit FM-Munition werden die nachstehenden **Maßnahmen** für ausreichend erachtet:

- 1) In Räumen ohne Lüftung sollte maximal 1 Schuss pro 20 m³ Raumvolumen und Tag als zulässige Höchstbelastung vorgegeben werden. Höhere Schusszahlen (bis 1 Schuss pro 10 m³ Raumvolumen) könnten akzeptiert werden, wenn die Aufenthaltsdauer des Schießpersonals unter 4 Stunden liegt bzw. nach jeder Trainingseinheit eine ausreichende Belüftung durchgeführt wird.
- 2) Die Mindestschutzmaßnahmen der TRGS 500 „Schutzmaßnahmen: Mindeststandards „ [Lit. 7] sind einzuhalten. Darunter fallen grundlegende Hygienemaßnahmen wie Verbot von Essen, Trinken, Rauchen usw.
- 3) Soweit möglich, ist auf eine gute Durchlüftung der Trainingsräume zu achten. Lüftungsmaßnahmen während der Trainingseinheiten sind aber bei

Einhaltung der festgelegten Maximalschusszahl nicht zwingend erforderlich.

- 4) In den Pausen zwischen einzelnen Trainingseinheiten und nach Beendigung der FM-Übungen sind die Trainingsräume intensiv zu lüften.
- 5) Der Zugang zu den Trainingsräumen ist auf Schießtrainer und Trainingsteilnehmer zu beschränken. Unnötiger Aufenthalt im Raum ist zu vermeiden.
- 6) Pulverreste sind möglichst täglich zu entfernen, um eine Anreicherung von Blei und unverbranntem Treibladungspulver im Raum zu minimieren. Alle 12 Monate oder nach jeweils maximal 1 000 Schuss sollten Fußboden und sämtliche Oberflächen gründlich feucht abgewischt bzw. mit einem geeigneten Staubsauger abgesaugt werden.
- 7) Es ist davon auszugehen, dass Bleianteile des Anzündhütchens in der Waffe verbleiben - deshalb sind auch bei der Reinigung der verwendeten FM-Waffe geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen.
- 8) Um eine chronische Bleibelastung sicher auszuschließen, wird darüber hinaus vorgeschlagen, dass für FM-Schießtrainer im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen eine Kontrolle des Biologischen Grenzwertes (BGW) „Blei im Blut“ [Lit. 8] in Erwägung gezogen wird.

Sofern die o.g. Schutzmaßnahmen zur Minimierung der Bleibelastung eingehalten werden, dürfte die Einführung des Farbmarkierungstrainings bei der Polizei auch mit der zur Zeit verfügbaren Munition keine unangemessene Gefährdung des Schießpersonals darstellen.

Da dem vorsorgenden Gesundheitsschutz bei der Polizei von Baden-Württemberg eine wesentliche Rolle zukommt, wurde die Herstellerfirma aufgefordert, zukünftig FM-Munition mit bleifreiem Anzündsatz anzubieten. Nachdem erste Erprobungen erfolgreich verlaufen sind und somit dem „Stand der Technik“ entsprechen, wurde von der Herstellerfirma zugesichert, dass ab dem Jahr 2007 ausschließlich bleifreie Anzündsätze in FM-Munition verwendet werden. Somit ist es der baden-württembergischen Polizei - vertreten durch eine Arbeitsgruppe Schießstandsachverständiger und der „Macht des Marktes“ – gelungen, ein dringend gebotenes Blei-Substitutionsgebot beim betreffenden Hersteller von FM-Munition durchzusetzen. Die Polizei des Landes Baden-Württemberg wird deshalb die Einführung des FM-Trainings nur mit bleifreien Anzündsätzen weiterverfolgen, da hierbei eine mögliche Gefährdung des Trainingspersonals durch Bleistaub ausgeschlossen werden kann. Bei Verwendung bleifreier Anzündhütchen in FM-Munition, könnte dann das beim Verbrennen der Treibladung freiwerdende Kohlenmonoxid als „Leitkomponente“ zur Abschätzung der Gefährdungsbeurteilung Anwendung finden.

5 Literatur

- [1] „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“, Technische Regeln für Gefahrstoffe 905 (TRGS) Bundesarbeitsblatt (BArbBl.) 7/2005, S. 70
- [2] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen – Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) vom 23.12.2004, BGBl. 1, S. 3758
- [3] „Gefahrstoffbelastung in der Luft einer Raumschießanlage“, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 63/2003, S. 35
- [4] „Arbeitsplatzgrenzwerte“, Technische Regeln für Gefahrstoffe 900 (TRGS) Bundesarbeitsblatt (BArbBl.) 1/2006, S. 41
- [5] Messverfahren Nr. 7284 „Einatembare Fraktion“, BIA Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“ (28. Lieferung IV/02), Erich Schmidt Verlag
- [6] Messverfahren Nr. 6015 „Aufschlussverfahren zur Analytik metallhaltiger Stäube“, BIA Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“ (15. Lieferung IX/95), Erich Schmidt Verlag
- [7] „Schutzmaßnahmen: Mindeststandards“, Technische Regeln für Gefahrstoffe 500 (TRGS) Bundesarbeitsblatt (BArbBl.) 3/1998, S. 57
- [8] „Der neue BAT-Wert für Blei“, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 62/2002, S. 289