

Jagdschiessanlagen und Combat-Schiessanlagen

Belastungssituation, Vorgehen



Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU)

Auftrag: 14 201.1

Datum: 21.8.2015

Version: 1.3 [03-Jagdschiessanlagen_Bericht_d_150821.docx]

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU),
Abt. Boden und Biotechnologie,
CH-3003 Bern.

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: magma AG, CH-8408 Winterthur.

Autor: Reto Philipp

Begleitung BAFU: Christiane Wermeille, Thomas Lepke

Hinweis: Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Inhalt

1	Einleitung	2
1.1	Zielsetzung.....	2
1.2	Arten des Jagd- und Combat-Schiessens im Freien.....	2
1.3	Munition	4
1.4	Arten von Schiessanlagen und Standorten	7
1.5	Stand der Altlastenbearbeitung bei den Kantonen und beim VBS	10
2	Belastungen durch Jagd- und Combat-Schiessen	13
2.1	Belastungen bei Tontauben-Schiessanlagen	13
2.2	Combat-Anlagen im freien Gelände	18
3	Vorgehen bei der Erfassung und Untersuchung	20
3.1	Combat-Schiessanlagen	20
3.2	Jagdschiessanlagen mit ortsfesten Zielen.....	20
3.3	Jagdschiessanlagen mit beweglichen Zielen, Tontauben-Schiessanlagen	21
4	Emissionsreduzierende Massnahmen	23
4.1	Künstliche Kugelfangsysteme (KKF).....	23
4.2	Vorschriften zum Einsatz von Munition und von Wurftauben	28
4.3	Zusammenfassung: Anwendbarkeit der verschiedenen Systeme	29

Anhang

Anhang 1	Grundlagen
Anhang 2	Jagdschiessanlagen
Anhang 3	Combat-Anlagen

Abkürzungen

GP11	Gewehrpatrone 11, Kaliber 7.5 mm
GP90	Gewehrpatrone 90, Kaliber 5.6 mm
JSA	Jagdschiessanlage
KbS	Kataster der belasteten Standorte
KKF	künstliche Kugelfangsysteme

Titelbild: Abfälle bei der Tontauben-Schiessanlage Bilten GL.
Bild: Balz Solenthaler / Umtec Technologie AG.

1 Einleitung

1.1 Zielsetzung

Im vorliegenden Bericht soll die aktuelle Altlastenbearbeitung von Jagd- und Combat-Schiessanlagen in der Schweiz zusammenfassend dargestellt werden. Der derzeitige Kenntnisstand bei der Untersuchung und Sanierung von Jagdschiessanlagen und nicht-militärischen Combat-Anlagen soll beschrieben werden. Weiter sollen Angaben zum weiteren Betrieb von Jagdschiessanlagen hinsichtlich schadstoffarmer Munition und emissionsfreier Kugelfangsysteme gemacht werden.

1.2 Arten des Jagd- und Combat-Schiessens im Freien

1.2.1 Jagdausbildung und Jagdschiessen auf Schiessanlagen

Das eidgenössische Jagdgesetz (JSG) verpflichtet die Kantone, dafür zu sorgen, dass die Wildschutzorgane sowie die Jägerinnen und Jäger eine geeignete Aus- und Weiterbildung erhalten. Wildschutzorgane, Jägerinnen und Jäger brauchen ein ständiges, intensives und realitätsnahes Schiessstraining, um die Jagd sicher und tiergerecht erfüllen zu können. Die Sicherheits- und Schiessausbildung sowie das Training können sie nur in speziellen Jagdschiessanlagen absolvieren.

Auf einer Jagdschiessanlage werden die folgenden Schiessdisziplinen geschossen ([1]):

- ▶ Schiessen mit der Kugel im Freien auf verschiedene Distanzen, auf stehende und/oder bewegliche Ziele,
- ▶ Schiessen mit der Kugel in einem Schiesskino *),
- ▶ Schiessstunnel zum Einschieszen von Waffen unter standardisierten Bedingungen *),
- ▶ Schiessen mit Schrot
 - ▶ Blechhase / Reh bewegt
 - ▶ Rollhase bewegt
 - ▶ Flintenlaufgeschosse zum Einschieszen von Flinten mit Spezialgeschossen,
 - ▶ Skeet: reaktionsschnelles und präzises Schiessen auf Wurftauben, welche mit variablen Abwurfwinkeln am Schützen vorbeifliegen,
 - ▶ Trap: reaktionsschnelles und präzises Schiessen in der Gruppe auf Wurftauben, welche mit variablen Abwurfwinkeln vom Schützen wegfliegen,
- ▶ Parcourschiessen mit Schrot auf bewegte Ziele unter wechselnden Bedingungen,
- ▶ Schiessen auf kurze Distanzen und Schiessen mit Faustfeuerwaffen *).

Die mit *) bezeichneten Disziplinen können auch in Indoor-Anlagen ausgeübt werden.

1.2.2 Tontauben-Schiessen

Tontauben-Schiessen stellt wie oben ausgeführt eine Disziplin bei der Jagdausbildung mit Schrot dar, wird aber auch als Disziplin des Schiesssports von zahlreichen Vereinen ausgeübt.

Beim Tontauben-Schiessen wird der sportliche Abschuss von Flugobjekten geübt. Ziele sind Wurfscheiben aus Ton mit einem Durchmesser von 6 bis 11 cm und einem Ge-

wicht von ca. 110 g. Je nach Herstellungsmethode und verwendetem Material brechen die sog. Tontauben etwas leichter oder schwerer. Bei einigen Modellen genügt es, wenn die Scheibe von einzelnen wenigen Schrotkugeln getroffen wird, bei anderen Modellen ist es erforderlich, dass ein grösserer Teil der Schrotladung die Wurfscheibe trifft. Bei modernen Wurfscheiben verblasst die Farbe mit der Zeit durch Sonneneinstrahlung, das Material löst sich auf. Sogenannte Flash-Tauben sind mit einem farbigen Pulver gefüllt. Beim Treffen der Scheibe wird so eine kleine Farbwolke sichtbar. Flash-Tauben werden vor allem bei Wettkämpfen eingesetzt ([32]).



Abb. 1: Wurfscheiben, [32].



Abb. 2: abgeschossene Wurfscheibe, [32].

1.2.3 Combat-Schiessen

Combat-Schiessen ist ein Schiesssport, der seine Anfänge in den späten 1950er Jahren in den USA hatte. Der Schütze bewältigt verschiedene Aufgaben und bewegt sich zwischen den Aufgaben mit der Waffe.

Sich ändernde Wetter- und Lichtverhältnisse sowie unterschiedliche Schiessgelände gehören zum Combat-Schiessen ([26]). Neben Trainings in Schiesskellern und Indoor-Anlagen werden beim Combat-Schiessen daher oft Übungen und Wettkämpfe auf Anlagen im Freien durchgeführt.

Auf Indoor-Schiessanlagen wird nachfolgend nicht weiter eingegangen.

1.2.4 Militärische Schiessausbildung auf Kurzdistanz-Anlagen

Seit den 1990er-Jahren wird in der Armee die Neue Gefecht-Schiesstechnik (NGST) ausgebildet. Diese Schiessausbildung umfasst wie das Combat-Schiessen dynamische Elemente. Der Schütze bewegt sich mit der Waffe und schießt aus verschiedenen Positionen auf Zielscheiben. Ähnliche Schiessausbildungen absolvieren auch die verschiedenen Polizeikorps und die Grenzwache.

Das NGST-Schiessen ist hinsichtlich Waffeneinsatz, Streuung der Geschosse im Ziel und Belastungssituation im Kugelfang mit dem zivilen Combat-Schiessen vergleichbar.

1.3 Munition

1.3.1 Munition für Präzisions-Schiessen

Tombak: hoch
kupferhaltige
Messinglegierung

In 300m Schiessanlagen werden vor allem die Munitionssorten GP90 und in abnehmendem Ausmass GP11 verschossen. Beides sind Vollmantelgeschosse mit einem Bleikern, der von einem dünnen, tombak-plattierten Stahlmantel umgeben ist. Diese Munition ist vor allem für Präzisionsschiessen und für den militärischen Einsatz ausgelegt.

Die Verteilung der Geschosse im Ziel hängt in erster Linie von der Treffergenauigkeit des Schützen, aber auch von Witterungseinflüssen (Seitenwinde, Regen) und von der produktionsbedingten Streuung der Geschosse ab. Beim Schiessen auf 300m Anlagen ist die Streuung der Geschosse insgesamt gering. Einschläge ausserhalb der ca. 1×1 m messenden Kugelfangkästen liegen im Bereich von 1%. Schüsse ausserhalb des gesamten Kugelfangsystems (KKF und Stirnholzstapel) werden auf ca. 0.1% geschätzt ([25], [5]).

1.3.2 Auf Combat- und Kurzdistanzanlagen eingesetzte Munition

Auf Combat-Schiessanlagen wird wie auf Pistolen-Schiessanlagen in erster Linie Pistolen Munition eingesetzt. Es wird eine grosse Zahl unterschiedlicher Munitionssorten verwendet. Häufig kommt 9 mm Pistolen Munition zum Einsatz. Untergeordnet wird auf Combat-Anlagen auch Gewehr-Munition (GP90, GP11) verwendet.

Bedingt durch die dynamischen Schiessübungen ist die Verteilung der Geschosse im Ziel deutlich grossflächiger als auf Schiessanlagen für Präzisionsübungen.

1.3.3 Für die Jagd eingesetzte Munition

Für die Jagd und somit auch auf Jagschiessanlagen werden folgende Munitionssorten eingesetzt ([24]):

- ▶ Vollmantelgeschosse.
- ▶ Teilmantelgeschosse: Bis auf den freien Kopf umgibt ein Stahlmantel den Bleikern. Der Kern wird beim Auftreffen mehr oder weniger in Splitter zerlegt.
- ▶ Kegelspitz-Geschosse: Der Mantel besteht aus Tombak, nur die äusserste Spitze des Bleikerns ist vom Mantel frei.
- ▶ Torpedo-Geschosse: Der vordere Teil des Bleikerns besteht aus leicht verformbarem Weichblei, der hintere Teil aus Hartblei.
- ▶ Hohlmantelgeschosse: Der Mantel ist etwa in der Mitte des Geschosses stark in den Bleikern eingeschnürt, wodurch eine „Sollbruchstelle“ entsteht. Der vordere Teil zerlegt sich leicht in zahlreiche Splitter. Holmantelgeschosse können eine freiliegende Bleispitze, eine Hohlspitze oder eine Kupferhohlspitze aufweisen.
- ▶ Doppelkern-Geschosse enthalten zwei getrennte Kerne. Der Heckkern besteht aus Blei von hoher Härte, der Bugkern aus einer weichen Legierung, der Mantel aus Tombak.
- ▶ Match-Jagdgeschosse für Wettkämpfe mit Schiessen auf Scheiben. Geschoss mit Tombakmantel.
- ▶ Massivgeschosse aus Tombak mit einer kleinen vorne eingesetzten Bleispitze.

Gebräuchliche Kaliber für alle Geschosse sind 5.6 mm, 6.2 mm, 6.5 mm, 6.8 mm, 7 mm, 7.62 mm, 8 mm und 9.3 mm.

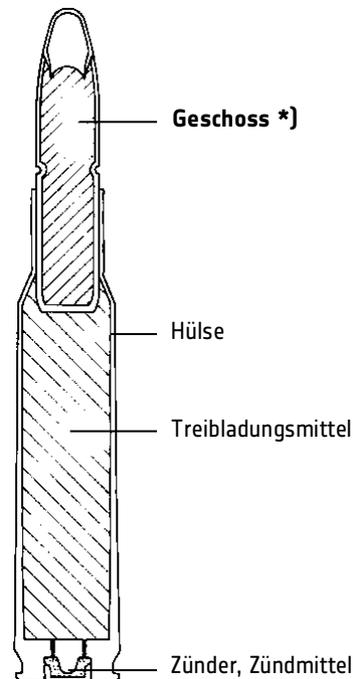


Abb. 3: Aufbau eines Hohlmantelgeschosses, nach [24]
*) für die Belastung im Kugelfang massgebender Bestandteil der Patrone

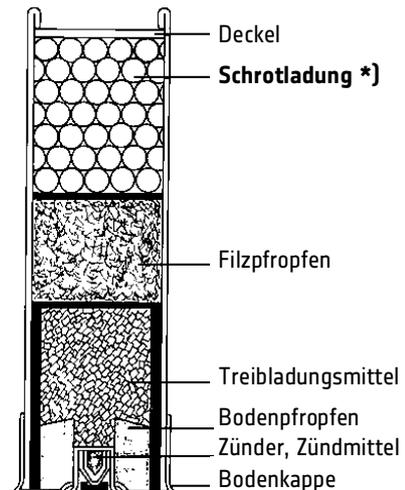


Abb. 4: Aufbau einer Schrotpatrone, nach [24]
*) für die Belastung im Kugelfang massgebender Bestandteil der Patrone

1.3.4 Schrotmunition

Bleischrot besteht zu ca. 95% aus Blei und zu 2 bis 3% aus Legierungszusätzen wie Arsen und Antimon, die das Geschoss härten. Die Schrotpatronen haben eine Ladung zwischen 24 und 32 g Bleischrot. Die einzelnen Schrotkugeln haben einen Durchmesser von ca. 2 bis 3.5 mm.

Eisenschrot ("steel shot", Stahlschrot) ist heute der einzige erhältliche Ersatz für Bleischrot. Eisenschrot ist weniger dicht und weniger verformbar als Bleischrot. Der Durchmesser der einzelnen Schrotkugeln beträgt ca. 2.5 mm. Eisenschrot besteht zu 99 % aus Eisen und verfügt nur über geringe Spuren an Schwermetallen (Cr, Cu, Ni, Zn, Mo). Eisenschrot kann mit modernen Waffen ohne Probleme verschossen werden. Nur bei älteren Gewehren mit dünnwandigen Läufen kann Eisenschrot zu verstärkten Abnutzungserscheinungen führen ([4]).



Abb. 5: Abfälle von Schrotmunition, [30].



Abb. 6: Schrotablagerungen auf der Terrainoberfläche bei der Kipphasen-Anlage der Jagdschiessanlage Au, Embrach, aus [4].

Die Nachteile, die sich aus der Verwendung von Bleischrot für die Umwelt ergeben überwiegen den waffentechnischen Nutzen deutlich. Stahlschrot stellt eine kostengünstige, einfach erhältliche Alternative zu Bleischrot dar.

Auf Bleischrot kann heute bei Schiessübungen auf Jagdschiessanlagen und auf Wurftaubenanlagen generell verzichtet werden. Die zuständigen kantonalen Fachstellen können als sofort wirksame Massnahme anordnen, dass auf Jagschiessanlagen und Wurftaubenanlagen die Verwendung von Bleischrot nicht länger zulässig ist und dass für Schiessübungen und Wettkämpfe nur noch Eisenschrot verwendet werden darf.

1.3.5 „Grüne Munition“

Als „Grüne Munition“ wird Munition bezeichnet, bei welcher

- ▶ der Zündsatz im Gegensatz zur konventionellen Munition nicht mehr aus Bleiazid sondern einer organischen Verbindung besteht, die bei der Zündung vollständig abbrennt, und bei welcher
- ▶ das Projektil nicht mehr aus Blei, sondern vollständig aus Tombak besteht.

Tombakgeschosse weisen verglichen mit Bleigeschossen folgende Eigenschaften auf:

- ▶ Ballistisch unterscheiden sich „grüne“ und bleihaltige Geschosse gemäss [25] nicht wesentlich.
- ▶ Tombak wird beim Aufprall deformiert, jedoch kaum in Fragmente zerlegt.
- ▶ Tombak korrodiert langsamer als Blei.
- ▶ Blei ist toxischer als Kupfer aus Tombaklegierungen: Im Anhang der FIV beträgt der Grenzwert für Blei im Trinkwasser 0.01 mg/l, der Toleranzwert für Kupfer 1 mg/l. Der Konzentrationswert gemäss Anhang 1 AltIV beträgt für Blei 0.05 mg/l, für Kupfer 1.5 mg/l.
- ▶ Tombak ist ca. 20% bis 30% teurer als Blei ([25]).

Tombak-Munition stellt aus Umweltsicht keine valable Alternative zur bleihaltigen Munition dar. Hinsichtlich Emissionen ins Grundwasser wird die Blei-Problematik lediglich durch die Kupfer-Problematik ersetzt. Zu beachten ist, dass Kupfer unter normalen pH-Bedingungen besser wasserlöslich ist als Blei.

1.4 Arten von Schiessanlagen und Standorten

1.4.1 Jagdschiessanlagen

Vgl. Tab. 2, Seite 12

Anlagen für die Jagdausbildung gemäss JSG gibt es grundsätzlich in jedem Kanton – abgesehen vom Stadtkanton BS. Die Zusammenstellung in Tab. 2 ist in dieser Hinsicht unvollständig.

1.4.2 Wurfscheiben-Anlagen (Trap, Skeet)

Neben den Wurfscheiben-Anlagen auf den Jagdanlagen existieren weitere Wurfscheiben-Anlagen für das sportliche Tontauben-Schiessen. Im Dachverband Swiss Clay Shooting Federation SCSF sind 19 Vereine mit eigenen Schiessständen zusammengeschlossen ([28]):

Tab. 1:
Mitgliedervereine des SCSF, Tontauben-Schiessanlagen.
Die Auflistung ist nicht vollständig. Sie umfasst lediglich die Anlagen der im der SCSF zusammengeschlossenen Vereine, welche aktuell in Betrieb sind ([28]).

	Verein	Anlage	Ort
BE	Jagdschützen Bern	Schiessstand Bergfeld, Bergfeldstrasse 16	3032 Hinterkappelen
	Jagdschützen Gstaad	Saanen, Dorfrütistrasse	3792 Saanen
	Jagdschützen Interlaken	Krummeney	3812 Wilderswil
	JSG Berken	JS Berken, Oberberken	3376 Berken
	Sportschützen Sustenpass	Steingletscher	3863 Steingletscher
GE	STV Versoix	Route de Sauvigny 151	1290 Versoix
LU	JPCE Entlebuch	Shooting Range Hegen, Rengg	6162 Entlebuch
NE	BTC Neuchâtel	Centre Sportif Les Fourches	2072 St-Blaise
	Skeet Club La Chaux de Fonds	Mont Cornu	2300 La Chaux de Fonds
	Tir au Vol Neuchâtel	Stand des Plaines Roches, Route de Pierre à Bot	2000 Neuchâtel
TI	Società Tiro a Volo Biasca	Stand di Tiro, Via Centrale 14	6710 Biasca
	Tiro a Volo Serpiano	Stand di Tiro Serpiano	6865 Tremona
VD	BTC Seigneux	Stand de Seigneux	1525 Seigneux
	Skeet Club Mont s/Lausanne	Le Chataîgnier	1052 Le Mont-sur-Lausanne
VS	CTP Dorénaz - Ball Trap Club	CTP Dorénaz, Route du Rosel	1905 Dorénaz
ZH	JSG Zürich	Embrach, Au	8424 Embrach
GR	Società de Culombs Urezzas	Urezzas	7551 Ftan
	WTC Raetia Landquart	Schiessstand Ganda	7302 Landquart
	WTC Tarnuz	Tarnuz	7403 Rhäzüns

1.4.3 Combat-Anlagen

Viele Combat-Anlagen befinden sich in Schiesskellern und Indoor-Schiessanlagen. Eine Auflistung von Combat-Anlagen findet sich auf der Website des Schweizer Verbands für dynamisches Schiessen (SVDS) ([26]). Nachfolgend gehen wir nicht weiter auf Indoor-Anlagen ein.

Outdoor-Combat-Anlagen sind vergleichsweise selten. Sie sind häufig kombiniert mit Pistolen-Schiessanlagen (25m/50m) und werden daher von den kantonalen Fachstellen nicht separat erfasst.



Abb. 7: Indoor-Schiessanlage, [17].



Abb. 8: Jagdschiessanlage in einer Kaverne, [17].

1.4.4 Militärische Kurzdistanz-Schiessanlagen auf Waffen- und Schiessplätzen

Mit Outdoor-Combat-Anlagen gleichzusetzen sind Anlagen für die militärische Kurzdistanz-Ausbildung auf Waffen- und Schiessplätzen der Armee. Im KbS VBS sind 141 aktive und 39 stillgelegte Ausbildungsanlagen für die Kurzdistanz-Ausbildung erfasst.

Geeignete Schiessanlagen auf Waffenplätzen der Armee können auf Gesuch auch von zivilen Vereinen und Veranstaltern für Schiessübungen genutzt werden.

Militärische Ausbildungsanlagen für Häuser- und Ortskampf

Auf zahlreichen Waffen- und Übungsplätzen existieren Ausbildungsanlagen für den militärischen Häuser- und Ortskampf. Dabei handelt es sich nicht um Combat-Anlagen wie oben beschrieben. Bei der militärischen Häuser- und Ortskampfausbildung darf aus Sicherheitsgründen grundsätzlich nicht mit scharfer Sturmgewehr- oder Pistolen-Munition geschossen werden. Es werden Schiesssimulatoren und Markiermunition eingesetzt. Militärische Ausbildungsanlagen für Häuser- und Ortskampf gelten somit nicht als Combat-Schiessanlagen und werden nachfolgend nicht weiter behandelt.

Früher setzten Grenadiere in einigen Übungsanlagen auch Flammenwerfer ein (Wpl Isonne, Wpl Losone, Wpl Walenstadt, weitere). Dies führte zu KW- und PAK-Belastungen der obersten Bodenschichten, welche nicht mit den Belastungen aus der Schiesstätigkeit vergleichbar sind.

1.4.5 Beispiele für grössere Jagdschiessanlagen

Jagdschiessanlage Selgis, Muotathal SZ ([27])

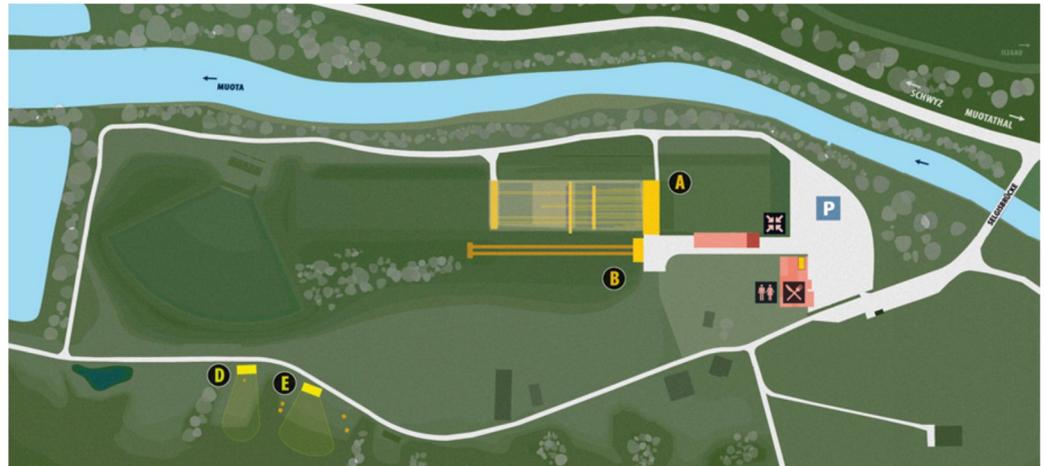
Die von der privaten Jagd- und Sportschützen Selgis AG betriebene Outdoor und Indoor-Anlage befindet sich auf einem ca. 120'000 m² grossen Areal im Muotatal, Kanton Schwyz. Die Anlage umfasst

- ▶ einen 100m Aussenschiessstand mit 4 Scheiben für Kugel-Schiessen auf stehende Ziele,
- ▶ einen Jagdparcours und eine Trap-Anlage für Schiessen auf Wurfscheiben und

► einen Schiesstunnel für Distanzen bis 100m für Lang- und Kurzwaffen (Abb. 9, [27]).

Abb. 9:
Jagdschiessanlage
Selgis, Schwyz.
Situation, aus [27].

Legende:
A: Aussenschiess-
anlage 100m
B: Schiesstunnel
D: Trapanlage
E: Jagdparcours

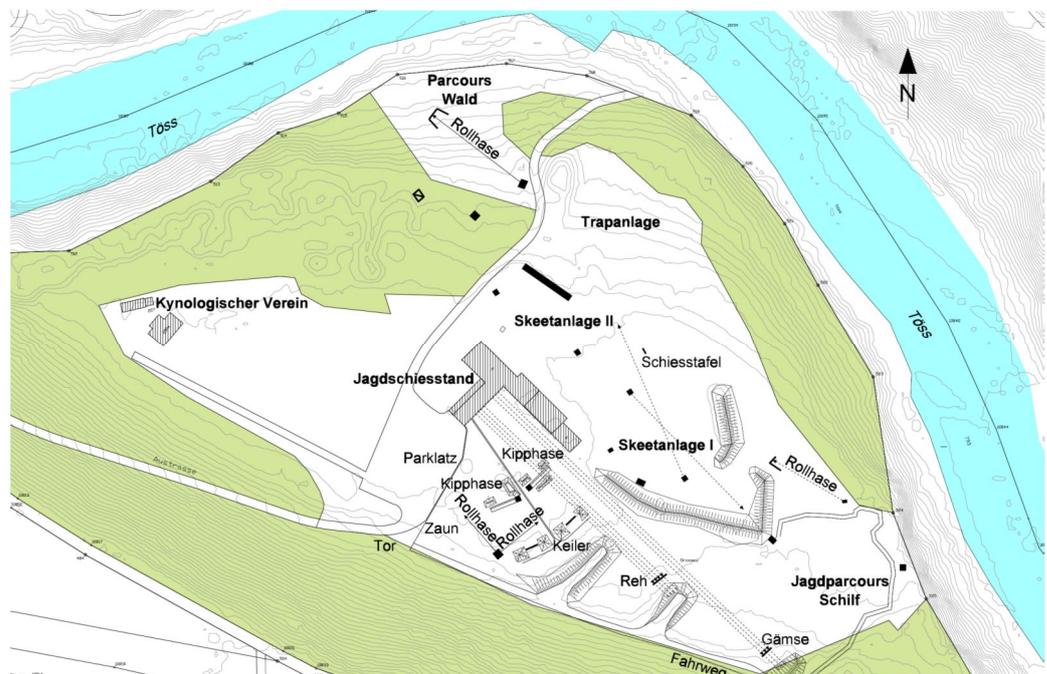


Jagdschiessanlage Au, Embrach ZH ([4], [13])

Die seit 1965 betriebene Jagdschiessanlage umfasst eine zwei Skeetanlagen und eine Trapanlage für Wurfscheiben sowie drei Jagd-Parcours. Der belastete Standort 0056/I.0011 ist im KbS des Kantons Zürich als prioritär untersuchungsbedürftig beurteilt worden. Aus den vorliegenden Historischen und Technischen Untersuchungen ist bekannt, dass der Boden vor allem mit Blei verunreinigt ist. In einer Grundwasserfassung wurden zudem $7 \mu\text{g Sb/l}$ nachgewiesen ([4]).

Vgl. Abschnitt 2.1.3,
Seite 16

Abb. 10:
Jagdschiessanlage
Au, Embrach.
Situation, aus [4].



Wurftaubenanlage WTC St. Moritz, Olympiaschanze ([31])

Als Beispiel einer grösseren Wurftaubenanlage in einem Tourismusgebiet sei hier die in [31] sehr gut dokumentierte, seit 1962 betriebene Wurftaubenanlage des WTC St. Moritz erwähnt:



Abb. 11: Schiessbetrieb vor der Olympiaschanze, 1966, [31].



Abb. 12: Schiessbetrieb vor der Olympiaschanze, 1998, [31].



Abb. 13: Abschussbereich, davor Wurfmaschinen, 1970, [31].



Abb. 14: Wurfmaschinen, [31].

1.5 Stand der Altlastenbearbeitung bei den Kantonen und beim VBS

Vgl. Tab. 2, Seite 12

Im Sommer 2014 hat das BAFU eine Umfrage bei allen kantonalen Fachstellen zum Stand der Arbeiten bei Jagd- und Combat-Schiessanlagen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Umfrage sind in Tab. 2 zusammengefasst.

Die grösste Zahl von Jagdschiessanlagen meldet der Kanton BE: 21 JSA, 29 Tontauben-Anlagen. Keine Jagdschiessanlagen melden die Kantone AR und BS. Die restlichen kantonalen Fachstellen melden jeweils 2 bis 6 Jagdschiessanlagen.

Im Kanton GR werden Jagd- und Tontaubenanlagen derzeit nur im KbS geführt, wenn sie in Verbindung mit einer 300m-Schiessanlage stehen. Es fällt auf, dass nicht alle in Tab. 1 aufgeführten Tontauben-Schiessanlagen in den Umfrageergebnissen in Tab. 2 erwähnt werden.

Viele Kantone machen keine Angaben zu Combat-Anlagen. Dies kann daran liegen, dass Combat-Anlagen wie normale Kurzdistanz-Anlagen behandelt und daher nicht separat erfasst werden.

Die Umfrage zeigt, dass die Erfahrungen der Kantone mit Jagd- und Combat-Schiessanlagen sehr unterschiedlich sind:

- ▶ Bei den meisten Kantonen wurde die Problematik der grossflächigen Kugelfänge von Jagdschiessanlagen mit diffusem Schadstoffeintrag erkannt.
- ▶ Einige Kantone haben Erfahrungen mit der Untersuchung von Jagdschiessanlagen. Sanierungen wurden hingegen noch wenige durchgeführt. Sanierungen von Tontaubenanlagen gelten als aufwändig und teuer.
- ▶ Die Vorgaben der Kantone an den Betrieb von Jagdschiessanlagen und an die Ausrüstung der Anlagen mit KKF sind sehr unterschiedlich. Nur wenige Kantone schreiben Stahl- oder Weicheisenschrot verbindlich vor. Andere lassen bleihaltige Munition weiterhin zu. Einige Kantone fordern KKF, soweit dies möglich ist. In einzelnen Kantonen gelten Stirnholzstapel weiterhin als geeignete Kugelfangsysteme.

In der Umfrage sollten sich die kantonalen Fachstellen weiter zur Unterstützung durch das BAFU bei der Altlastenbearbeitung von Jagd- und Combat-Schiessanlagen äussern:

- ▶ 9 kantonale Fachstellen wünschen eine Informationsveranstaltung mit Erfahrungsaustausch zur Untersuchung und Sanierung von Belastungen bei Jagd- und Combat-Schiessanlagen und zum Stand der Technik bei emissionsfreien Kugelfangsystemen.
- ▶ 7 kantonale Fachstellen wünschen ein Merkblatt oder eine Vollzugshilfe des BAFU zur Altlastenbearbeitung bei Jagd- und Combat-Schiessanlagen. Das Thema könnte als Ergänzung zur bestehenden Vollzugshilfe 34/06 des BAFU ([3]) behandelt werden.
- ▶ Von einer kantonalen Fachstelle wird angeregt, dass Stahlschrot und PAK-freie Tontauben bei Jagdschiessanlagen vom Bund als Stand der Technik bzw. als verbindliche Vorschrift vorgegeben werden. Die Vorschriften für Kugelfangsysteme für bewegliche Ziele wie z.B. Keiler, Laufhase sollten verbindlich geregelt werden.
- ▶ Eine kantonale Fachstelle erachtet eine Unterstützung der Kantone durch das BAFU zur Altlastenbearbeitung der Jagd- und Combat-Schiessanlagen als nicht notwendig.

Vgl. Anhang 2

Vgl. Abschnitt 2.1.2,
Seite 14

Vgl. Abschnitt 2.2.1,
Seite 18

Beim VBS liegen Historische Untersuchungen zu allen militärischen Kurzdistanz-Anlagen vor, welche gleichzeitig als zivile Jagd- oder Combat-Schiessanlagen genutzt werden. Zu einer Tontauben-Schiessanlage liegt bereits eine Technische Untersuchung vor. Eine als zivile Combat-Anlage mitbenutzte militärische Kurzdistanzanlage wird derzeit saniert.

Mengenabschätzung:

Die Angaben in Tab. 1, Tab. 2, Anhang 2 und Anhang 3 sind alle unvollständig und liessen sich im Rahmen der vorliegenden Studie nicht komplettieren. Grob geschätzt ist in der ganzen Schweiz mit

- ▶ ca. 130 bis 180 Jagdschiessanlagen inkl. Tontaubenschiessanlagen und mit
 - ▶ ca. 30 bis 40 Outdoor-Combat-Schiessanlagen (ohne militärische Kurzdistanz-Anlagen).
- zu rechnen.

	Anzahl Jagdschiess- anlagen	Anzahl Combat- anlagen	Erfahrungen bezüglich dieser Anlagen	Strategie	Anzahl untersuchte Anlagen	Anzahl sanierte Anlagen	beabsichtigte Schliessungen	beabsichtigte Sanierungen	Anforderungen an Munition bzw. Anlage	Anlagen mit KKF	Anforderungen an Kugelfangsysteme
AG	2	1	ja	nein	1	1	0	0	Weicheisen- schrot, PAK-freie Tontauben	1	KKF für JSA
AR	0	0									
BE	21 JSA, 29 Tontb.	11	ja		6 JSA, 8 Tontaub.	1 JSA, 1 Tontaub.		2 Tontaub. bis 2017	Tontaub.: Stahlschrot	ja	a)
BL	2	1			2	1	0			1	
BS	0	0	nein	nein	0	0	0	0			
FR	4	0	nein	nein	0	0	0				
GE	4	2 b)			4	1	0	1 bis 2014	Stahl		
GL	4	k.A.	nein					2 bis 2015			
JU	2	0	c)	c)	1	0	1 (2012)	1 bis 2030			
NE	k.A.	k.A.									
OW	2	k.A.	nein	nein	1	0	0 bis 1	1 bis 2	Eisenschrot (freiwillig)	1	Holz- kugelfang
SG	6	k.A.			4	0	0	1 bis 2020	Tontaub.: Stahlschrot	ja	d)
SH	1	0			1	0	0	1	Weicheisen- schrot	ja	Stirnholz
SO	3	3	nein	nein	0	0				ja	KKF für JSA
SZ	8	0	ja	nein	6	2	7		Tontaub.: Stahlschrot	ja	KKF, wo möglich
TG	1	2	ja		2	1	1 JSA bis 2020	1	Weicheisen- schrot, Blei, Combat: Tombak	ja	e)
UR	4	0	nein	nein	0	0	0	0		nein	
VD	4	k.A.	nein	nein		1				ja	Récupé- rat- eur de grenaille
ZG	2	0	nein	nein	1	1				nein	
ZH	3	7	ja		7	4	f)	10 bis 2020	JSA: Stahlschrot	g)	

Tab. 2:

Auswertung der Umfrage bei den kantonalen Fachstellen (keine Rückmeldungen aus den Kantonen AI, GR, LU, NW, TI, VS).

a) BE: Keiler: Sandkugelfang, Hase: Betonwand mit Holzkugelfang, Plastikplanen als Abprall- und Rücksplitterschutz.

b) GE: auf militärischen Anlagen.

c) JU: Sanierungen von Tontauben-Anlagen sind zu teuer. Strategie: Aufforstung, Überführung in Wald

d) SG: KKF bei bleihaltiger Munition, soweit praktikabel.

e) TG: JSA: Stirnholz; Combat-Anlagen: KKF.

f) ZH: Schliessung der 3 bestehenden JSA, Neubau einer JSA, Schliessung von ca. 3 Combat-Anlagen.

g) ZH: KKF geplant bei neuer JSA. KD-Anlage Waffenplatz Reppischtal: Kugelfangsystem mit kontrollierter Entwässerung.

2 Belastungen durch Jagd- und Combat-Schiessen

2.1 Belastungen bei Tontauben-Schiessanlagen

Je nach Art des Schiessens (Trap und/oder Skeet), Schiessrichtung, Wetter, Windrichtung, Geländemorphologie, Bewuchs des Zielsektors sowie Betriebsdauer und Nutzungsintensität der verschiedenen Teilbereiche der Anlage wurden unterschiedliche Ablagerungsschwerpunkte für Schrot, Wurfscheiben und Wurfscheibenbruchstücke festgestellt. Bei Trapanlagen liegt der maximale Schroteintrag und damit der Hauptbelastungsbereich in einer Entfernung von ca. 150 m vom Abschussbereich, bei Skeetanlagen zwischen 80 und 140 m. Der Hauptablagerungsbereich für Wurfscheiben befindet sich in einer Entfernung von ca. 20 bis 80 m vom Abschussbereich. Der Schiesssektor weist einen Öffnungswinkel von ca. 90° auf ([4]).

2.1.1 Belastungen durch die Wurftauben

In Deutschland werden im Jahr etwa 30 bis 35 Mio. Wurfscheiben verschossen. Bisher werden die Wurfscheiben aus 70 % Steinmehl und 30% einer Teerpechverbindung (Steinkohlepech oder Erdölpech) hergestellt, welche Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) enthält.

Die PAK-Gehalte in Wurfscheiben hängen vom Hersteller und von der Charge ab. Wurfscheiben von deutschen Herstellern enthalten 3'000 bis 40'000 mg PAK/kg. Seit der Mitte der 1980er Jahre gingen die PAK-Gehalte in britischen und französischen Wurfscheiben auf ca. 7'000 mg PAK/kg zurück. Italienische Produkte weisen weiterhin bis 30'000 mg PAK/kg auf.

PAK-freie Wurfscheiben, welche die Anforderungen hinsichtlich Brechverhalten erfüllen, sind seit Ende der 1980er Jahre in Entwicklung. Diese Produkte weisen PAK-Gehalte von 30 bis 70 mg PAK/kg auf ([4], [16]). Die PAK-armen Ökowurfscheiben sind jedoch hinsichtlich des Schiessbetriebs problematisch: Manche zerspringen beim Treffen nicht oder verformen sich im Flug, andere quellen bei Feuchtigkeit auf und lassen sich schlecht einsammeln ([4]). Bei sog. schadstofffreien Öko- bzw. Bio-Wurfscheiben werden modifizierte Kolophoniumharze als Bindemittel verwendet. Die Bindemittel solcher Wurfscheiben bilden beim Zersetzungsprozess bernsteinartige Rückstände ([9]).

Aktuell werden in Deutschland Green Clay-Wurfscheiben angeboten. Als Bindemittel wird gemäss Angaben des Lieferanten Nebenprodukte verwendet, die bei der Holzverarbeitung und Nahrungsmittelherstellung anfallen. Die Green Clay-Wurfscheiben sollen sich innerhalb von 24 Monaten vollständig zersetzen und müssen daher nicht aufgesammelt werden ([9]).

Da die Wurfscheibe der Luftfeuchtigkeit ausgesetzt ist, wird sie mit einer Kunststoffbeschichtung versiegelt. Diese Beschichtung zersetzt sich durch UV-Bestrahlung ([8]).

Im Jahr 1987 wurden vier Wurfscheiben vom Kantonalen Labor Zürich untersucht ([14]). In einer hellgelb und einer orange lackierten Wurfscheibe wurden Chromgehalte von 9'130 mg Cr/kg bzw. 1'166 mg Cr/kg gemessen. Weiter wurden in 3 Proben erhöh-

te Quecksilbergehalte von ca. 3 mg Hg/kg bestimmt ([4], [14]). Eine jüngere Analyse einer orangeroten Ökowurfscheibe aus dem Jahr 2008 zeigt geringe Pb-Gehalte sowie Gehalte von aliphatischen KW (C₅-C₁₀) und LCKW im Bereich von T-Material gemäss Aushubrichtlinie [6]. Weiter wurden signifikante Gehalte an BTEX festgestellt ([4]).



Abb. 15: Abfälle von Tontauben-Schiessanlagen, [29].



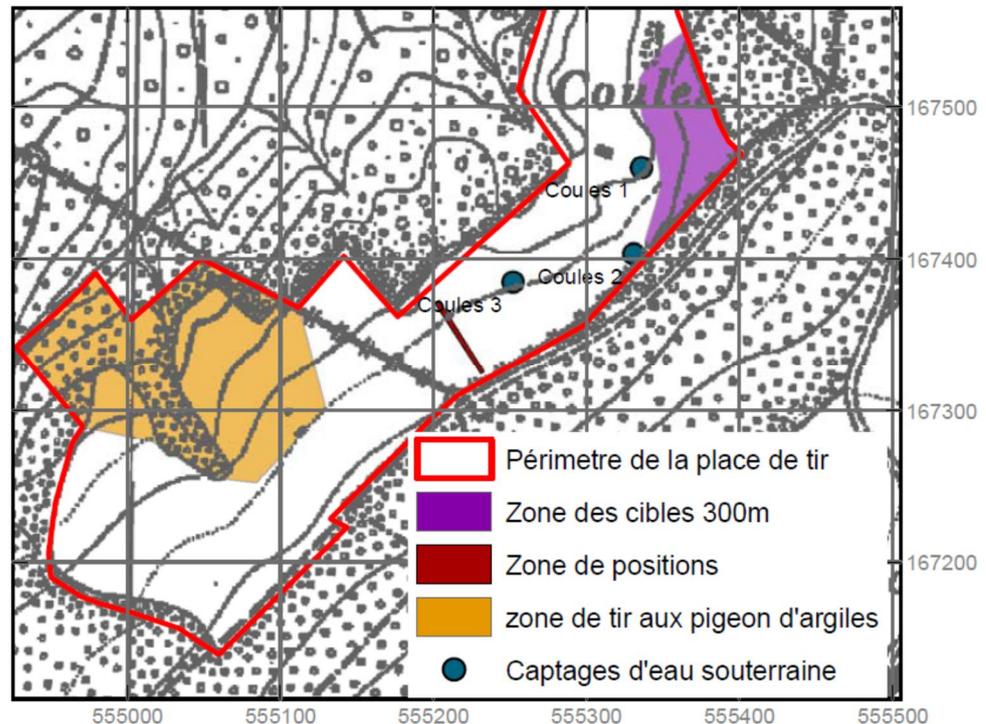
Abb. 16: Abfälle von Tontauben-Schiessanlagen, [30].

Fazit: Im Zielsektor von Tontauben-Schiessanlagen wird die grossflächige Schwermetall-Belastung aus der bleihaltigen Schrotmunition bei langjähriger Verwendung von PAK-haltigen Wurftauben durch eine grossflächige PAK-Belastung überlagert. PAK-arme und PAK-freie Wurftauben sind heute erhältlich, werden aber noch selten eingesetzt. Es liegen einzelne Hinweise vor, dass weitere Schadstoffe aus dem Bindemittel und aus der Beschichtungen der Wurftauben freigesetzt werden können.

2.1.2 Beispiel: Tontauben-Schiessanlage Le Saulgy

Der militärische Schiessplatz Le Saulgy befindet sich ca. 1.5 km südlich von Brenles VD an der Kantonsgrenze FR / VD (roter Perimeter in Abb. 17). Der Platz besteht aus einem von der Société de tir aux pigeons d'argile de Romont genutzten Tontauben-Schiessplatz im W (Gemeinde Ursy FR) und einer militärischen Ausbildungsanlage für 300m Schiessen im E (Gemeinde Brenles VD). Auf dem Tontauben-Schiessplatz wurde seit ca. 1990 von einer H tte in einen breiten Sektor Richtung Waldrand nach NW geschossen ([19]).

Abb. 17:
Tontauben-Schiessplatz
Le Saulgy (östlich,
Zielgebiet braun,
KbS VBS 1201.02 / 3),
militärische 300m
Schiessanlage Le Saulgy
(westlich, Zielgebiet violett,
KbS VBS 1201.02 / 1).
1:5'000, aus [19]



Der Vergleich der im Jahr 2005 auf beiden Teilen des Schiessplatzes durchgeführten XRF-Messungen zeigt beispielhaft die Unterschiede zwischen einer militärischen Ausbildungsanlage, welche mit einer Combat- oder auch einer Jagd-Schiessanlage vergleichbar ist, und einer Tontaubenanlage auf (Abb. 18, [20]).

- ▶ Während sich die Schwermetallbelastung – in Abb. 18 wird die Pb-Belastung dargestellt – bei einer Ausbildungsanlage auf den Nahbereich um aktuelle und ehemalige ortsfeste Ziele konzentriert und dort hohe Werte von mehreren 10'000 mg Pb/kg erreichen kann, zeigt sich die Schwermetallbelastung aus der Schrotmunition im Zielsektor der Tontauben-Schiessanlage als grossflächige diffuse Belastung, welche im Beispiel der Tontauben-Schiessanlage Le Saulgy Werte zwischen einigen 100 mg Pb/kg und 1'000 mg Pb/kg erreicht.
- ▶ Die Schwermetallbelastung im Tontauben-Sektor erstreckt sich auch auf den Waldbereich, welcher in Schussrichtung an den eigentlichen Zielsektor anschliesst.
- ▶ Die Schwermetallbelastung wird durch eine diffuse PAK-Belastung überlagert, welche sich auf das freie Gelände vor der Wurfmaschine beschränkt und aus den PAK-haltigen Tonscherben stammt. Im Beispiel der Tontauben-Schiessanlage Le Saulgy wurde in Flächenmischproben nach VBBo (schwarze Quadrate in Abb. 18) PAK-Konzentrationen bis 30 mg PAK/kg erreicht.

Aktuell plant armasuisse Immobilien die Sanierung der 300m Ausbildungsanlage Le Saulgy (KbS VBS 1201.02 / 1).

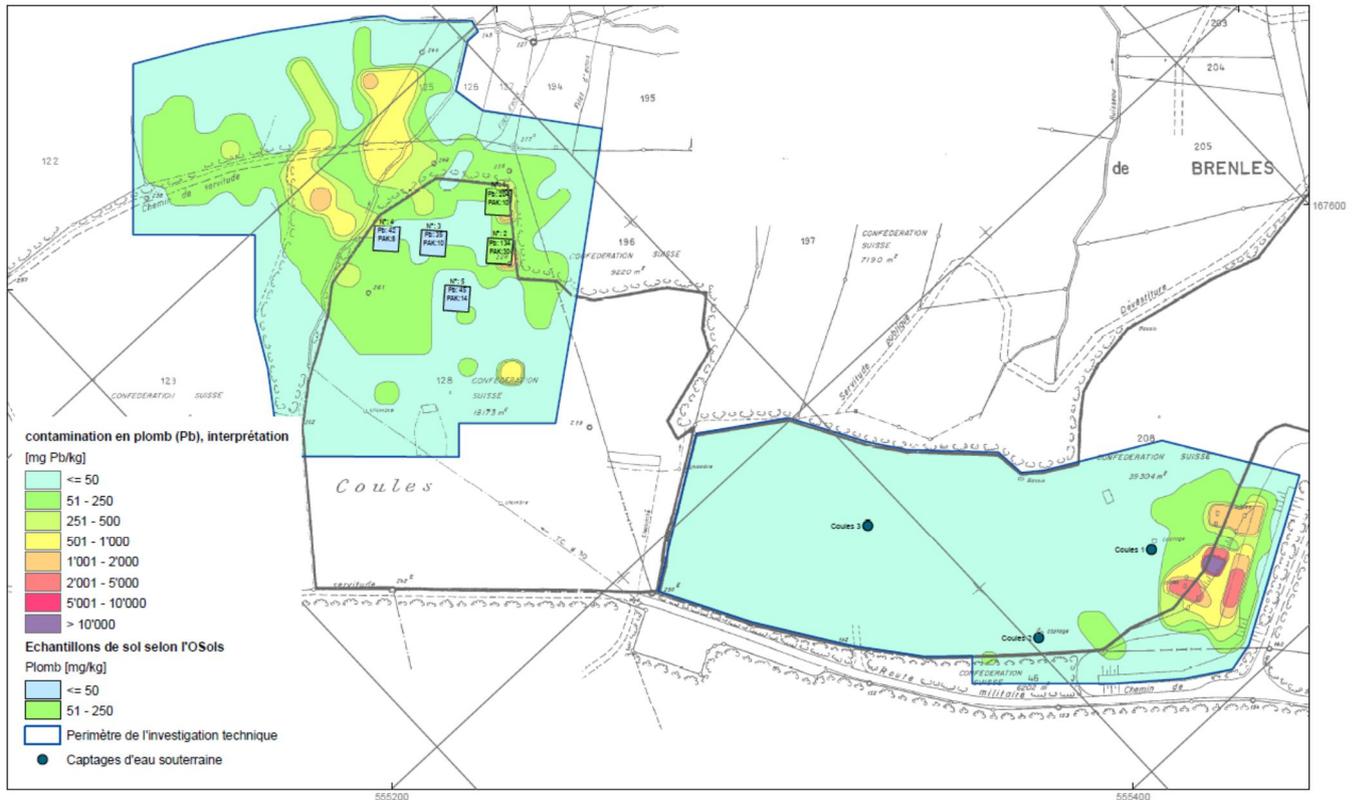


Abb. 18: Belastungsmessungen im Bereich der Tontauben-Schiessanlage Le Saulgy (links, KbS VBS 1201.02 / 3) und der westlich angrenzenden militärischen 300m Schiessanlage Le Saulgy (rechts, KbS VBS 1201.02 / 1). XRF-Messungen auf Blei, in den schwarz umrandeten Vierecken: Flächenmischproben nach VBBö auf Blei und PAK. Aus [20].

2.1.3 Beispiel: Jagdschiessanlage Au, Embrach



Abb. 19: Jagdschiessanlage Au, Embrach, Kugelfang Reh, [30].



Abb. 20: Jagdschiessanlage Au, Embrach, Kugelfang Gämse, [30].

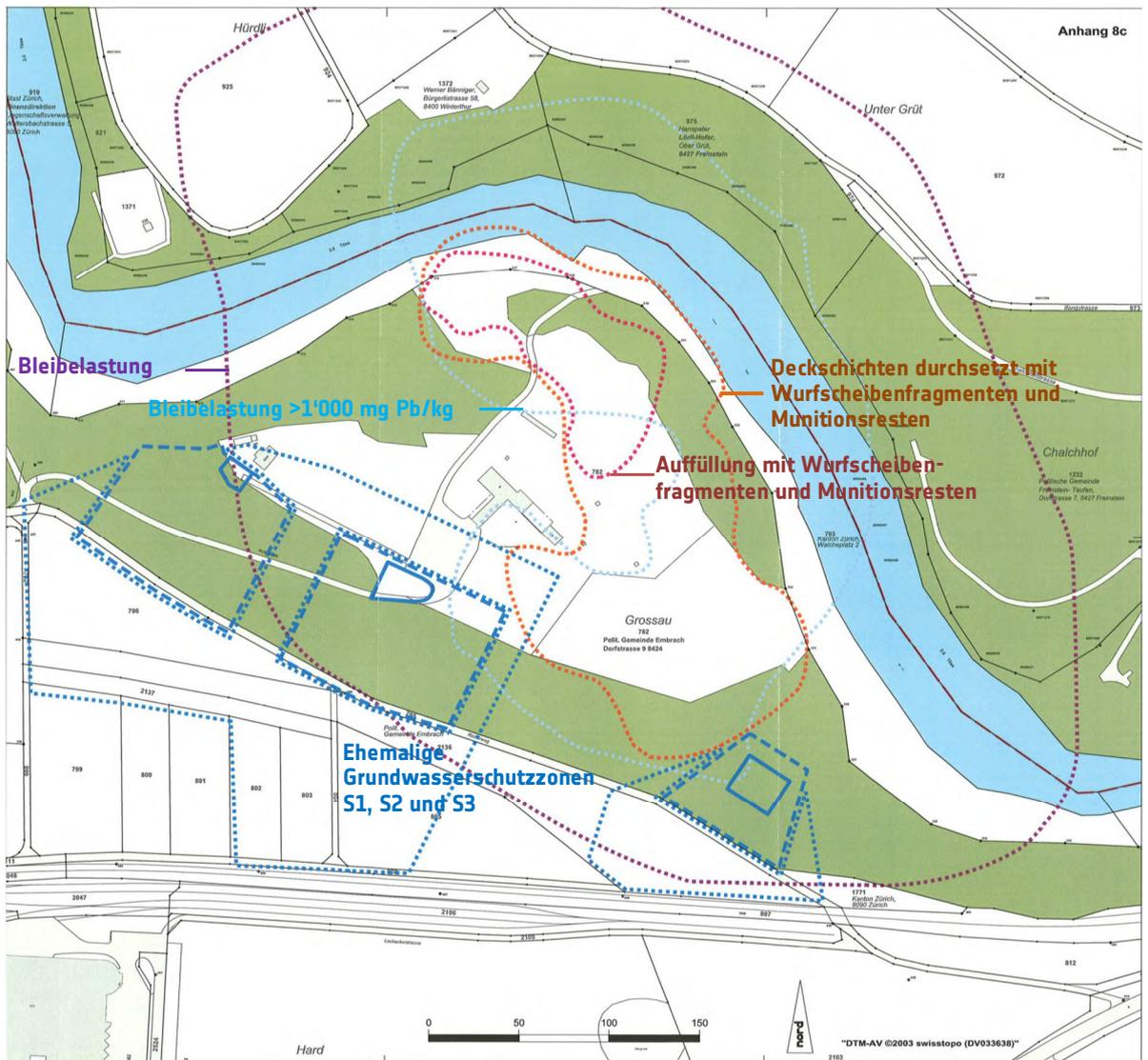


Abb. 21: Jagdschiessanlage Au, Embrach, Belastungen, Ehemalige Grundwasserschutzzonen 1:4'000, aus [4].

Die Umwelteinwirkungen der Anlage wurden in den frühen Betriebsjahren noch als harmlos beurteilt. Einem Projektbericht aus dem Jahr 1977 ist zu entnehmen, dass der Betrieb des Jagd-Parcours eine immissionslose, umweltfreundliche Methode sei, welche der Förderung des jagdlichen Schiessens diene. Die Patronenhülsen würden nach den Übungen aufgesammelt und das Tontaubenmaterial aus schwarzem, asphaltgebundenem Ton sei vollumfänglich organisch und unterliege stark der Verwitterung ([4], [22]).

Auf dem Areal der Jagdschiessanlage Au und im angrenzenden Wald existiert eine grossflächige künstliche Auffüllung von 0.1 bis 0.3 m Mächtigkeit, die aus Wurfscheiben, Wurfscheibenfragmente und Munitionsresten besteht. Die obersten Bodenschichten sind mit Wurfscheibenfragmenten durchsetzt. Beim Jagdschiessstand ist der Bo-

Vgl. Abb. 15, Abb. 16,
Seite 14, Titelbild

den mit Bleikugeln übersät. Der Wald in einer Entfernung von 75 m von der Trapanlage und der Gegenhang über der Töss sind bleibelastet.

Auf der Wurfscheibenanlage der Jagdschiessanlage Au wird als freiwillige Massnahme seit ca. 2010 Jahren nur noch mit Stahlschrot geschossen ([4], [15]).



Abb. 22: Jagdschiessanlage Bergfeld, Wohlen bei Bern, [7].



Abb. 23: 25m Schiessanlage Rossboden, Chur: Scheibenwagen mit 5 Drehscheiben. Foto magma AG, 14.8.2009.

2.2 Combat-Anlagen im freien Gelände

Grundsätzlich ist die Belastung im Kugelfangbereich von Combat-Anlagen mit denjenigen bei normalen Kurzstanz-Anlagen und Pistolen-Anlagen vergleichbar.

Für die Combat-Ausbildung werden unter anderem auch Drehscheiben eingesetzt. Der Schütze hält bei diesen Übungen die Waffe tief oder eingesteckt und hebt die Waffe erst, wenn die Scheibe dreht und das Scheibenbild für einige Sekunden sichtbar ist. Abb. 23 zeigte eine solche Einrichtung auf einer 25m Pistolen-Anlage. Das hinter dem Scheibenwagen montierte KKF-System ist jedoch bei solchen Schiessübungen nur teilweise wirksam, weil – bedingt durch den zu übenden Bewegungsablauf – viele Geschosse vor den Scheiben in den Boden einschlagen.

Dieses Beispiel zeigt die Problematik des Combat-Schiessens im Freien exemplarisch auf: Bedingt durch die Bewegungsabläufe des Schützen während der Übung ergibt sich bei Combat-Schiessübungen mit Gewehr oder mit Pistole eine wesentlich grössere Streuung der Geschosse im Ziel als bei Präzisions-Schiessübungen. Die gängigen KKF-Systeme eignen sich daher bei Combat-Schiessanlagen in der Regel nur bedingt.

Vgl. Abschnitt 4,
Seite 23

2.2.1 Beispiel: Kiesgrube Schränne, Marthalen ZH

Der Schiessplatz Schränne befindet sich in einer ehemaligen Kiesgrube im Wald westlich von Marthalen ZH. Die Anlage ist von ca. 1978 bis 2009 militärisch, von örtlichen Combat-Vereinen und von der Polizei genutzt worden.

Die Anlage besteht aus zwei Kugelfängen. In Schiessrichtung rechts befindet sich seit 1997 ein Holzkugelfang, der für die militärischen Kurzstanz-Übungen mit Sturmge-
weh genutzt wird. Die nördliche Grubenhälfte wird als Combat-Anlage für Pistolen-

schiessen genutzt. Auf der Stirnseite befindet sich ein grosser Erdkugelfang, seitlich sind weitere kleinere Zielgebiete (Holzverschläge) vorhanden ([10], [11]).

Das Beispiel zeigt, dass sich sowohl Combat-Anlagen wie auch militärische Kurzdistanz-Anlagen hinsichtlich Belastungsbild wenig unterscheiden:

- ▶ Die Schwermetallbelastung (Abb. 25 zeigt die Pb-Belastung) konzentriert sich auf den Kugelfang unmittelbar hinter den meist ortsfesten Zielen.
- ▶ Das Beispiel zeigt ebenfalls die deutlich emissionsreduzierende Wirkung von KKF im südlichen Teil der Kiesgrube.

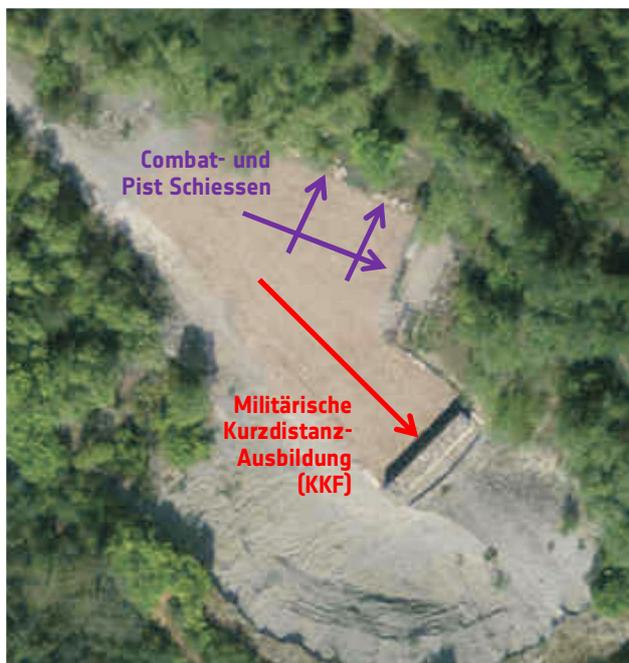


Abb. 24: Kiesgrube Schränne, Marthalen, KbS VBS 4104.06 / 1, aus [11], 1:1'000.

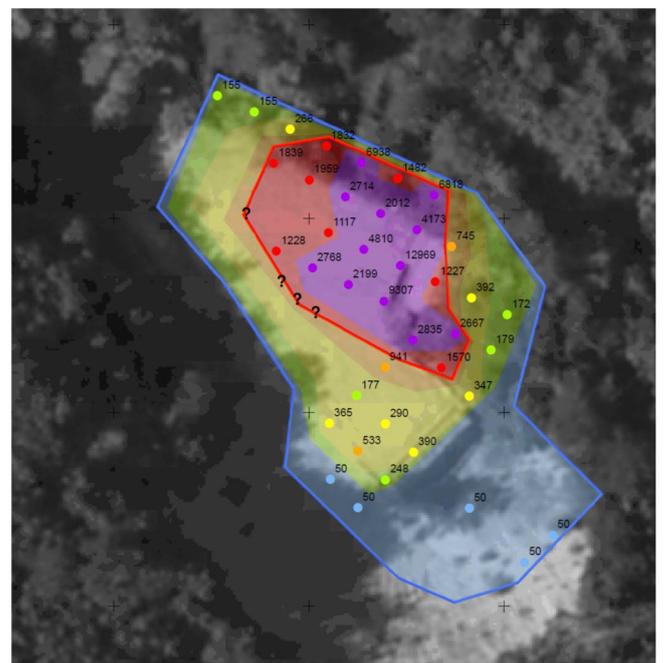


Abb. 25: Kiesgrube Schränne, Marthalen, KbS VBS 4104.06 / 1, Pb-Belastung, aus [11], 1:1'000

3 Vorgehen bei der Erfassung und Untersuchung

3.1 Combat-Schiessanlagen

Bei Combat-Anlagen zeigt sich in der Regel ein ähnliches Belastungsbild wie bei konventionellen Kurzdistanz-Anlagen:

- ▶ Outdoor-Combat Anlagen gelten wie konventionelle Kurzdistanz-Anlagen a priori als belastete Standorte und sind gemäss den Vorgaben der BAFU-Mitteilung 34/06 [3] in den kantonalen Kbs zu erfassen. Die Umfrage bei den kantonalen Fachstellen gemäss Tab. 2 lässt keine Aussage zu, ob dies aktuell der Fall ist oder nicht, weil häufig zwischen Combat- und Kurzdistanz-Anlagen nicht unterschieden wird.
- ▶ Wie bei allen vorwiegend sportlich genutzten Schiessanlagen wird vermehrt „grüne“ Munition eingesetzt. Das hinlänglich bekannte Bild der Pb-Belastung im Kugelfangbereich von Kurzdistanz-Anlagen wird zunehmend durch eine Cu-Belastung überlagert, welche sich im Schutzgut Grundwasser vor der Pb-Belastung manifestiert, was sich anhand langjähriger Überwachungen der Schadstoffemissionen von abgedichteten Kugelfängen bereits belegen lässt.
- ▶ Bedingt durch die dynamischen Schiessübungen bei Combat-Anlagen ergibt sich eine deutlich grössere Streuung der Geschosse im Kugelfang und auch im Boden vor dem Kugelfang. Im Rahmen der Abklärungen zur Standortgeschichte und Standortnutzung müssen die beschossenen Bereiche identifiziert werden.
- ▶ Das Vorgehen bei der Untersuchung und Sanierung von Combat-Schiessanlagen unterscheidet sich nicht wesentlich von demjenigen bei konventionellen Schiessanlagen. Schadstoffuntersuchungen müssen jedoch auf deutlich grösseren Flächen durchgeführt werden. Bei einem Dekontaminationsaushub ist mit grösseren Aushubkubaturen zu rechnen.

Vgl. Tab. 2, Seite 12

Empfehlung: Bei Combat-Anlagen und auch bei konventionellen Kurzdistanz-Anlagen, welche mit Tombak-Munition beschossen werden, sind bei der Untersuchung und bei der Festlegung von Sanierungszielen sowohl die Pb- wie auch die Cu-Belastung zu berücksichtigen.

3.2 Jagdschiessanlagen mit ortsfesten Zielen

Jagdschiessanlagen mit ortsfesten Zielen, welche mit Kugeln beschossen werden, unterscheiden sich nicht von konventionellen Schiessanlagen. Beim Präzisionsschiessen ergibt sich im Kugelfang hinter den Scheiben ein ähnliches Belastungsbild wie bei 25/50m oder 300m Anlagen.

- ▶ Wie oben erwähnt ist auch hier durch den zunehmenden Einsatz von Tombakhaltiger Munition beim Jagdschiessen mit einer Cu-Belastung zu rechnen, welche die Pb-Belastung überlagert.

- ▶ Im Übrigen kann bei der Untersuchung nach der Vorgaben der BAFU-Mitteilung 34/06 [3], nach den kantonalen Wegleitungen und Merkblättern bzw. nach der Wegleitung [12] des GS VBS zur Untersuchung von Belastungen bei Schiessplätzen vorgegangen werden.

3.3 Jagdschiessanlagen mit beweglichen Zielen, Tontauben-Schiessanlagen

Die Belastungen im Zielgebiet von Jagdschiessanlagen, auf welchen mit Schrot auf bewegliche Ziele oder auf Wurftauben geschossen wird, unterscheiden sich deutlich von Belastungen von Anlagen mit ortsfesten Zielen:

Vgl. Abb. 5, Abb. 6,
Seite 6

- ▶ Der Einsatz von Schrotmunition führt zu grossflächigen, diffusen Belastungen des gesamten Zielsektors. Im Nahbereich der Ziele (z.B. Kipphase, vgl. Abb. 6) finden sich korrodierende Schrotkugeln in Massen, deren Schadstoffe ungehindert freigesetzt werden.

Vgl. Abschnitt 2.1.1,
Seite 13

- ▶ Die Pb-Belastung wird überlagert durch eine ebenso grossflächige, diffuse Belastung aus den Scherben der Wurftauben. In erster Linie handelt es sich um eine PAK-Belastung. Ob weitere Belastungen von Schwermetallen aus der Farbschicht der Wurftauben (Cr, Hg, Pb...) eine massgebliche Rolle spielen, ist noch nicht eindeutig geklärt.
- ▶ Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass jede Wurftauben-Anlage, welche über mehrere Jahre betrieben worden ist oder weiterhin betrieben wird, unzweifelhaft einen belasteten Standort darstellt, welcher zwingend im KbS erfasst werden müsste.

Vgl. Tab. 1, Seite 7

- ▶ Es ist festzustellen, dass die Kantone sehr unterschiedlich mit diesen Belastungen umgehen. Jagd- und Tontaubenanlagen werden oft nur im KbS geführt, wenn sie in Verbindung mit einer anderen Schiessanlage stehen. Zahlreiche der in Tab. 1 erwähnten Wurftauben-Anlagen von privaten Sportvereinen werden nicht im kantonalen KbS geführt. Eine einheitliche Vorgehensweise zur Beurteilung, Untersuchung und ggf. Sanierung solcher Belastungen existiert nicht.
- ▶ Die grossflächige Schwermetallbelastung im Zielgebiet von Wurftauben-Anlagen lässt sich mit den für grossflächige Militärschiessplätze entwickelten und in der Wegleitung [12] des GS VBS zur Untersuchung von Belastungen bei Schiessplätzen dokumentierten Vorgehensweise mit der XRF-Feldmethode relativ gut kartieren und beurteilen. Die XRF-Feldmethode erfasst (mit einer gewissen Ungenauigkeit) auch die oben erwähnten Schwermetalle Cr, Hg und Pb welche u.U. auf die Farbschicht der Wurftauben zurückgeführt werden können.
- ▶ Die grossflächige PAK-Belastung kann nur mittels Flächenmischproben nach VBBo erfasst und beurteilt werden. Untersuchungskampagnen zur grossflächigen Erfas-

sung und Beurteilung von derartigen Belastungen sind daher vergleichsweise aufwändig und teuer.

- ▶ Eine kurzfristige Verbesserung der Umweltbelastungen, welche sich aus der Weiterführung des Schiessbetriebs zwangsläufig ergeben, kann erreicht werden, indem der Einsatz von Bleischrot auf Wurftauben- und auf Jagdschiessanlagen verboten wird bzw. die Verwendung von Eisenschrot verbindlich vorgeschrieben wird. Ebenso können verbindliche Vorschriften, welche die ausschliessliche Verwendung von sog. Ökourfscheiben fordern, eine deutliche Reduktion des PAK-Eintrags bewirken.

Vgl. Abschnitt 2.1.1,
Seite 13

Empfehlungen: Bei Wurftauben-Anlagen empfehlen wir,

- ▶ die kantonalen Fachstellen aufzufordern, die Zielgebiete sämtlicher Wurftauben-Anlagen in den KbS einzutragen und
- ▶ zu prüfen, ob verbindliche Vorgaben zur Verwendung von Eisenschrot und schadstoffarmen Wurftauben (Ökourfscheiben) für alle Wurftauben-Anlagen gemacht werden können.

4 Emissionsreduzierende Massnahmen

4.1 Künstliche Kugelfangsysteme (KKF)

Künstliche Kugelfangsysteme müssen sicherstellen

- ▶ dass Geschosse beim Einschlag so abgebremst werden, dass sie im Kugelfangsystem gesammelt werden können,
- ▶ dass keine Schwermetalle oder andere umweltgefährdende Stoffe aus Geschossen oder Geschossfragmenten über den Wasserpfad freigesetzt werden und
- ▶ dass der der beim Aufprall entstehende schwermetallhaltige Staub nicht in die Umgebung gelangt.

4.1.1 Systeme mit hartem Bremsmaterial

Das Geschoss trifft auf eine harte Stahl- oder Panzerplatte wird abgelenkt. Diese Art von Kugelfangsystemen sind vor allem in Kurzdistanz-Schiessanlagen für Pistolen gebräuchlich (Polizei, Sportschützen).

Einige Systeme basieren auf 45° gegen die Einschussbahn geneigte Panzerstahl-Platten. Die Geschosse werden nach unten abgelenkt und fallen in einen Sammelbehälter. Eine Frontabdeckung reduziert Staubemissionen. Diese Systeme eignen sich vor allem für Geschosse mit geringer kinetische Energie ([25]).



Abb. 26: Kugelfangkästen für 100m bis 150m Jagdschiessanlagen, [17].



Abb. 27: Betonierter Kugelfangkasten hinter Kippsegment-Anlage mit Tierfiguren, [17].

Die Firma Leu & Helfenstein AG, St. Erhard, bietet emissionsfreie Kugelfangkästen für Jagdschiessanlagen an ([17]):

Beispiel Abb. 26, [17]

- ▶ Für Scheiben-Transportanlagen sind Kastengrössen bis Breite 100 cm, Höhe 160 cm und Tiefe 100 cm erhältlich. Die Geschosse werden in einer Schublade gesammelt. Im Kasten lenken 45° schräg angeordnete hochfeste Stahlplatten die Geschosse in die Schublade ab. Eine Frontplatte aus Kunststoff dient als Rücksplitterschutz.

Beispiel Abb. 27, [17]

- ▶ Hinter kleinen Kippsegment-Anlagen mit laufenden Tierfiguren können betonierte Kugelfänge erstellt werden, in welchen die Geschosse aufgefangen und eingesammelt werden können (Abb. 27).

Bei grösseren Schienenanlagen mit Tierfiguren (Abb. 28, Abb. 29) können keine Kugelfangkästen montiert werden: Der Schussektor ist zu gross. Bei solchen Anlagen ist mit einem diffusen Schadstoffeintrag auf grossen Flächen zu rechnen. Denkbar sind hier höchsten kontrollierte Entwässerungen von Kugelfängen.

Vgl. Abschnitt 4.1.5,
Seite 26



Abb. 28: Jagdschiessanlage Au, Embrach, Scheibentransportanlage Keiler, [30].



Abb. 29: Jagdschiessanlage Au, Embrach, Kippphase, [30].

4.1.2 Systeme mit weichem Bremsmaterial

Das Geschoss gelangt durch eine Frontplatte in einem mit Gummigranulat gefüllten Kasten aus verzinktem Stahlblech und wird durch das Granulat abgebremst. Die periodische Aufbereitung des Gummigranulats und die Abtrennung der Geschosse erfolgt in einer externen Anlage. In einer geschlossenen Anlage werden Gummigranulat und Gummistaub abgesaugt. Der Gummistaub wird in einer Kehrichtverbrennungsanlage entsorgt, die Geschosse werden recycelt. Das zerstörte Granulat wird ersetzt und zusammen mit dem aufbereiteten Granulat wieder in die Kugelfangkästen gefüllt ([17], [25]).

Die Systeme mit weichem Bremsmaterial sind bei 300m Schiessanlagen und bei 100m Jagd-Schiessanlagen im Einsatz. Da der Aufwand für den Unterhalt dieser KKF relativ gross ist, werden heute bei Nach- oder Umrüstungen von Schiessanlagen häufig die Systeme mit hartem Bremsmaterial gewählt.

Vgl. Abschnitt 4.1.1,
Seite 23



Abb. 30: 50m Jagdschiessanlage Rossboden, Chur, Einbau der KKF hinter der Scheibentransportanlage, Foto magma AG, 1.4.2009.



Abb. 31: 100m Jagdschiessanlage Rossboden, Chur, KKF hinter der Scheibentransportanlage: Frontplatte mit Verstärkungen, Foto magma AG, 27.8.2009.

4.1.3 Big Bags

Big Bags sind Transportgebilde aus reissfesten Kunststofffasern und einem Füllvolumen von ca. 1 m³. Sie werden mit Holzschnitzeln oder Gummigranulat gefüllt und hinter den Scheiben im Freien aufgestellt. Hauptsächlichster Verwendungszweck von Big Bags sind Feldschiessen und provisorische Anlagen ([25]).

Für den permanenten Einsatz auf Jagd- oder Combat-Anlagen eignen sich Big Bags nicht.

4.1.4 Stirnholzstapel

Stirnholzstapel (Abb. 32) reduzieren den Schadstoffaustrag nur vorübergehend. Sie eignen sich nicht als Kugelfangsysteme im freien Gelände. Durch präzisen Beschuss bildet sich ein Metallklumpen hinter dem Ziel, am welchem nachfolgende Geschosse abprallen und zersplittern und so zu einer Belastung vor dem Holzstapel führen. Weiter sind die im Holz aufgefangenen Geschosse der Witterung ausgesetzt und korrodieren.

Eine etwas bessere Reduktion der Schadstoffemissionen kann mit Holzverschlägen erzielt werden, welche mit Holzschnitzeln gefüllt sind (Abb. 33). Voraussetzung ist allerdings, dass der Verschlag überdacht ist und dass die Holzschnitzelfüllung nicht der Witterung ausgesetzt ist. Weiter ist ein regelmässiger Unterhalt mit Austausch der Holzschnitzelfüllung mit den aufgefangenen Geschossen erforderlich.



Abb. 32: Stirnholzstapel als Kugelfang, militärischer Schiessplatz Guldental, SO. Aus [12].



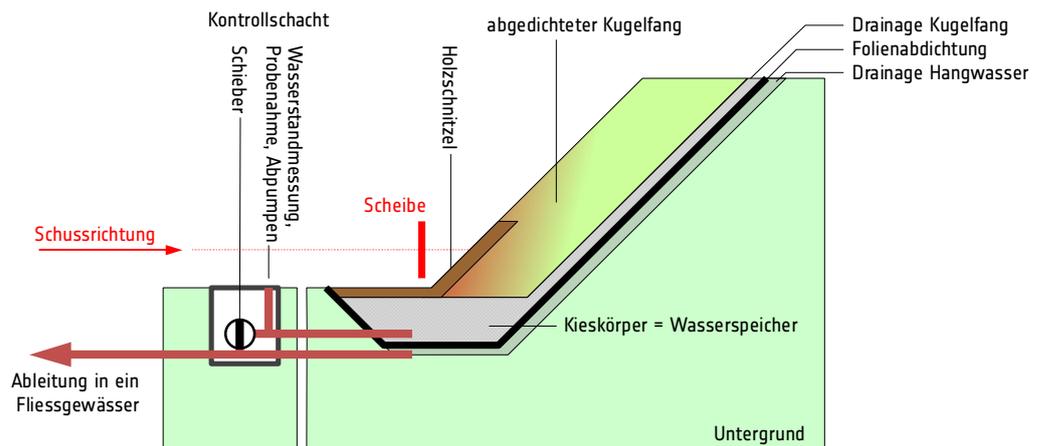
Abb. 33: Überdachter Holzverschlag mit Holzschnitzelfüllung auf einem Kurzstanz-Ausbildungsplatz, militärischer Schiessplatz Guldental, SO. Aus [12].

Damit die Sicherheitsbestimmungen eingehalten werden können, dürfen solche Holzverschläge keine Bauelemente aus Metall aufweisen. Es sind mehrere Beispiele von improvisierten Holzverschlägen im Sinne von Abb. 33 bekannt, welche mit geringem Aufwand zu einer deutlichen Reduktion der Schadstofffreisetzung führen. Solche Systeme sind bei Combat-Anlagen durchaus prüfenswert.

4.1.5 Kontrollierte Entwässerung von Kugelfängen

Bei einem abgedichteten Kugelfang mit kontrollierter Entwässerung werden unter einem Erd- oder Sandkugelfang mit Holzschnitzelabdeckung eine Abdichtung und einen Wasserspeicher erstellt, in welchem das Niederschlagswasser, welches den schadstoffbelasteten Kugelfang durchsickert, aufgefangen, gespeichert und kontrolliert werden kann (Abb. 34):

Abb. 34:
Schema eines Kugelfangs mit Basisabdichtung und Speicherung des anfallenden Sickerwassers, aus [2], [21]



- ▶ Das Abdichtungssystem besteht aus einer verschweissten, undurchlässigen Folie, welche üblicherweise im Deponiebau verwendet wird. Als Wasserspeicher dient ein Kieskörper mit grossem Porenvolumen. Das anfallende Niederschlagswasser, welches den neuen Kugelfang durchsickert und dabei Schwermetalle aus den Geschossen löst und austrägt, wird auf der Abdichtung gesammelt und im Kieskörper gespeichert.
- ▶ Der Wasserstand im Kieskörper kann in einem Kontrollschacht ausserhalb des Kugelfangs regelmässig gemessen werden. Bei maximalem Wasserstand im Kieskörper wird eine Wasserprobe entnommen und im Labor auf die Schwermetalle analysiert. Die Analysenresultate werden mit den Einleitbedingungen in ein Fließgewässer gemäss GSchV, Anhang 3.2, Ziffer 2, verglichen.
- ▶ Das anfallende Sickerwasser kann in ein angrenzendes Fließgewässer (oder ggf. in eine Schmutzwasserkanalisation) abgeleitet werden, so lange die Wasseranalysen nachweisen, dass die Einleitbedingungen gemäss GSchV eingehalten werden.
- ▶ Falls in einer späteren Betriebsphase die Einleitbedingungen nicht mehr eingehalten werden können, ermöglicht die Anlage, das belastete Sickerwasser zu sammeln und periodisch zu behandeln oder zu entsorgen, solange bis das stark belastete Kugelfangmaterial über der Abdichtung ausgetauscht wird.

Mit dieser Vorgehensweise wird verhindert, dass belastetes Sickerwasser unkontrolliert versickert und so ins Grundwasser gelangt. Nach den bisherigen Erfahrungen dauert es lange, bis eine Behandlung oder Entsorgung des belasteten Sickerwassers notwendig wird. Es kann angenommen werden, dass die Dauer, bis aufwändige Massnahmen erforderlich werden, etwa der Lebensdauer der Anlage entspricht.



Abb. 35: Mehrzweckschiessanlage MZA 31, Reppischtal: Einbau der Drainagematten und der Folienabdichtung. Foto magma AG, 28.1.2011, aus [21].



Abb. 36: Mehrzweckschiessanlage MZA 31, Reppischtal: abgedichtete Fläche über dem Kiesspeicher, rechts neues Kugelfangmaterial über der Abdichtung. Foto magma AG, 2.3.2011, aus [21].

Abgedichtete Kugelfänge mit kontrollierter Entwässerung eignen sich vor allem, wenn eine Schiessanlage neu erstellt oder umgenutzt werden soll. Das System eignet sich für Kurzdistanz- und Combat-Anlagen mit einer grossen Streuung der Geschosse. Das Verfahren ist jedoch zu aufwändig, um den Weiterbetrieb bestehender Anlagen zu sichern.

Abb. 37: Modell der geplanten Jagdschiessanlage Widstud, Bülach, aus [18]



Im Kanton Zürich wird zur Zeit in einer ehemaligen Kiesgrube bei Bülach der Neubau der kantonalen Jagdschiessanlage Widstud geplant. Der Gestaltungsplan für die Anlage ist im Juni 2014 öffentlich aufgelegt worden. Die von einer privaten Trägerschaft gebaute und betriebene Anlage soll die drei bestehenden sanierungsbedürftigen Jagdschiessanlagen in Pfäffikon, Meilen und Embrach ersetzen (nach [1], [18]).

Vgl. Anhang 2

Die neue Anlage soll hinsichtlich Lärm- und Umweltbelastungen nach dem neusten Stand der Technik erstellt werden. Im grossflächigen Zielsektor im unteren Teil von Abb. 37 ist ein Betrieb ohne Schadstoffemissionen möglich weil nur Stahlschrot und PAK-freie Wurftauben zugelassen werden.

4.2 Vorschriften zum Einsatz von Munition und von Wurftauben

Im Sinne von vorsorglichen Emissionsbegrenzungen

Vorsorgeprinzip gemäss
Art. 11 Abs. 2 USG

Unabhängig von der bestehenden Belastung sollen die Schadstoffemissionen bei weiterhin betriebenen Schiessanlagen im Rahmen der Vorsorge so weit begrenzt werden, wie dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

4.2.1 Einsatz von Tombak-Munition

Vgl. Abschnitt 1.3.5.
Seite 6

Wie bereits ausgeführt stellt Tombak-Munition aus Umweltsicht keine Alternative zur bleihaltigen Munition dar. Sie bewirkt an Stelle der hinlänglich bekannten Blei-Problematik lediglich eine zusätzliche Cu-Problematik. Auf Vorschriften, welche den Einsatz von sog. „grüner Munition“ bezwecken, soll daher verzichtet werden.

4.2.2 Einsatz von Eisenschrot an Stelle von Bleischrot

Vgl. Abschnitt 3.3,
Seite 21f

Mit verbindlichen Vorgaben zur Verwendung von Eisenschrot können die bedeutenden Pb-Emissionen auf Jagdschiessanlagen und Wurftaubenanlagen deutlich eingeschränkt werden. Wir empfehlen daher, zu prüfen, ob der Einsatz von Eisenschrot schweizweit für alle Jagdschiessanlagen und Wurftaubenanlagen vorgeschrieben werden kann.

4.2.3 Einsatz von Ökowurfscheiben

Vgl. Abschnitt 3.3,
Seite 21f

Ebenso führt der ausschliessliche Einsatz von schadstoffarmen Wurftauben (Ökowurfscheiben) zu einer deutlichen Reduktion der immer noch bedeutenden PAK-Emissionen auf Wurftauben-Anlagen.

Anhang 1.15 Ziff. 2
Bst. d ChemRRV

Gemäss Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung ChemRRV ist das Inverkehrbringen von teerhaltigen Tontauben ausdrücklich verboten.

Die rechtliche Grundlage für ein Verbot PAK-haltiger Tontauben ist somit vorhanden. Wir empfehlen daher, die zuständigen kantonalen Fachstellen auf dieses Verbot hinzuweisen und zu veranlassen, dass der Einsatz von PAK-armen bzw. PAK-freien Wurftauben schweizweit für alle Wurftaubenanlagen vorgeschrieben wird.

Fazit: Mit den in den Abschnitten 4.2.2 und 4.2.3 empfohlenen Massnahmen können die Schadstoffemissionen auf weiterhin betriebenen Jagdschiessanlagen kurzfristig und wirksam reduziert werden.

4.3 Zusammenfassung: Anwendbarkeit der verschiedenen Systeme

Tab. 3:
Eignung von verschiedenen Kugelfangsystemen und emissionsbegrenzenden Massnahmen bei verschiedenen Anlagentypen.

Legende:
– ungeeignet
+ geeignet
++ sehr gut geeignet
± bedingt geeignet, im Einzelfall zu prüfen

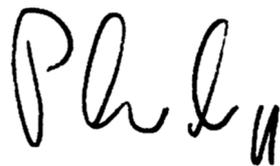
	Tontauben-Schiessanlagen	Jagdschiessanlagen mit grossen beweglichen Zielen	Jagdschiessanlagen mit kleinen beweglichen Zielen	Jagdschiessanlagen mit festen Zielen	Combat- und Kurzstanz-Anlagen im freien Gelände
Verzicht auf bleihaltige Munition zu Gunsten von Tombak-Munition		–	–	–	–
Verzicht auf bleihaltigem Schrot zu Gunsten von Eisenschrot	++	++	++		
Verzicht auf PAK-haltige Wurfscheiben	++				
Künstliche Kugelfangsysteme (hartes oder weiches Bremsmaterial)	–	–	±	++	± °)
Stirnholzstapel	–	–	–	–	–
Holzverschlüge mit Holzschnitzelfüllung	–	–	–	–	± °)
abgedichteter Kugelfang mit kontrollierter Entwässerung	–	± *)	± *)	+ *)	++ *)

°) abhängig von der der Art der Schiessübungen

*) nur bei Neubau oder Umnutzung von Anlagen

magma AG, Winterthur, 21.8.2015

Sachbearbeiter: Reto Philipp, Dr. sc. nat. ETH/SIA



Reto Philipp, Dr. sc. nat. ETH/SIA



Christian Gruber, dipl. phil. II, Geologe SIA

Verteiler:

3 Ex. Auftraggeber

2 Ex. magma AG (intern)

Version	Korreferat	Korrekturen	Schlusskontrolle
1.0 (29.11.2014)	25.11.2014 / Kr	25.11.2014 / Ph	25.11.2014 / Ph
1.1 (13.2.2015)		13.2.2015 / Ph	13.2.2015 / Ph
1.2 (6.3.2015)			
1.3 (21.8.2015)		21.8.2015 / Ph	22.8.2015 / Ph

Anhang 1: Grundlagen

A1 Gesetzliche Grundlagen

- AltIV Verordnung vom 26. August 1998 über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung; AltIV). – SR 814.680.
- ChemRRV Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV) vom 18. Mai 2005. – SR 814.81.
- FIV Verordnung des EDI vom 26. Juni 1995 über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV). – SR 817.021.23.
- GSchV Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV). – SR 814.201.
- JSG Bundesgesetz vom 20. Juni 1986 über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz, JSG). – SR 922.0.
- USG Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG). – SR 814.01.
- VASA Verordnung vom 5. April 2000 über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten (VASA). – SR 814.681.
- VBBö Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBö). – SR 814.12.

A2 übrige Grundlagen

- [1] Amt für Landschaft und Natur des Kantons Zürich ALN (2014): Die geplante Jagdschiessanlage Widstud bei Bülach. – www.aln.zh.ch
- [2] Amt für Militär und Zivilschutz des Kantons Zürich (2011): Infotafel bei der Mehrzweckschiessanlage MZA 31, Waffenplatz Zürich-Reppischtal.
- [3] BAFU (2006): VASA-Abgeltungen bei Schiessanlagen. Mitteilungen des BAFU an die Gesuchsteller. – Umwelt-Vollzug, Altlasten 34/06 (UV-0634-D).
- [4] Basler & Hofmann AG (2009): Jagdschiessanlage Au, Embrach. Statusbericht Altlasten, Boden, Abfall und Raumplanung. – Bericht, 16.3.2009.
- [5] Becker van Slooten, K. et al. (2000): Konzeption, Unterhalt und Entsorgung von Kugelfängen: Holz, künstliche Kugelfangsysteme. Empfehlungen für Veranstaltungen und Schiessanlagen. – EPF Lausanne, Département de Génie rural, Institut d'aménagement des terres et des eaux, Lausanne.
- [6] BUWAL (1999): Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie). - Vollzug Umwelt.

- [7] Der Bund (2012): Kanton überprüft Schiessstände. – Artikel Der Bund, 8.5.2012, <http://www.derbund.ch/bern/kanton/Kanton-ueberprueft-Schiessstaende/story/28567938?track>
- [8] Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU (2009): Projektkennblatt 21838, Referat 22/2. - www.dbu.de/PDF-Files/A-21838.pdf.
- [9] Die Flinte (2014): Grün, grüner, Green Clay. – Ausgabe 2/2014, <http://www.dieflinte.de/author/819-ausgabe-2-2014.html>.
- [10] Friedlipartner AG (2011): Sanierungsuntersuchung Kiesgrube Schränne (4104.06), 8460 Marthalen. – Bericht, 13.12.2011.
- [11] Friedlipartner AG (2013): Sanierungskonzept Spl Marthalen (4104.06 / 1): Kiesgrube Schränne. – Bericht, 13.5.2013.
- [12] GS VBS / RU (2013): Altlastenbearbeitung VBS: Untersuchung der Belastungen auf Schiessplätzen und Schiessanlagen des VBS. – Wegleitung (v1.4, 30.10.2013), www.kbs-vbs.ch.
- [13] Jagdschützengesellschaft Embrach (2014): Jagdschiessanlage Embrach. – www.jagdschiessstand-embrach.ch.
- [14] Kantonales Labor Zürich (1987): Bericht über vier Tontaubenproben. – 5.10.1987
- [15] Landbote (2013): Eine Sanierung im Jahr 2017 ist zu spät. – Artikel Landbote, <http://www.landbote.ch/detail/article/eine-sanierung-im-jahr-2017-ist-zu-spaet/gnews/99/>.
- [16] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (1998): Bodenbelastungen auf Schiessplätzen. Bericht der Arbeitsgruppe der 49. Umweltministerkonferenz. – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, November 1998.
- [17] Leu & Helfenstein AG (2014): <http://www.leu-helfenstein.ch/schiessanlagen/schiessanlage.html>.
- [18] Limmattaler Zeitung (2014): Die Jagdschiessanlage in Bülach rückt näher. – Artikel Limmattaler Zeitung, 17.6.2014, <http://www.limmattalerzeitung.ch/limmattal/zuerich/die-jagdschiessanlage-in-buelach-rueckt-naeher-128090074>.
- [19] magma AG (2005): Place de tir Le Saulgy. Investigation historique, cahier des charges pour l'investigation technique. – Bericht, 24.8.2005.
- [20] magma AG (2005): Place de tir Le Saulgy, Communes de Brenles VD et Esmont FR, C-TIR N° 1201.02/1 et 1201.02/3. Investigation technique. – Bericht, 19.12.2005.
- [21] magma AG (2011): Waffenplatz Zürich-Reppischtal: Sanierung der Mehrzweckschiessanlage MZA 31, Schlussbericht. – Bericht, 15.8.2011.

- [22] Metzler, K. (1977): Jagdschiessanlage Embrach, Projekt Jagd-Parcours. – Bericht, 20.6.1977.
- [23] Neue Zürcher Zeitung (2014): Gestaltungsplan für Bülacher Widstud öffentlich aufgelegt. Jagdschiessanlage unter scharfer Beobachtung. – Artikel Neue Zürcher Zeitung 17.6.2014, <http://www.nzz.ch/aktuell/startseite/jagdschiessanlage-unter-scharfer-beobachtung-1.18323785>.
- [24] Prader, W. (2014): Südtiroler Jagdportal. – www.jagd.it
- [25] RUAG (2006): Geschlossene Kugelfänge für 300m-Schiessanlagen – technisch machbar und wirtschaftlich tragbar? Technische und finanzielle Beurteilung verschiedener Kugelfangsysteme. Studie im Auftrag des BAFU, Juli 2004. – www.bafu.admin.ch > Altlasten > Altlastenbearbeitung > Schiessanlagen
- [26] Schweizer Verband für dynamisches Schiessen SVDS (2014) – www.ipsc.ch.
- [27] Selgis Shooting (2014) – www.selgis.ch.
- [28] Swiss Clay Shooting Federation SCSF, Nationaler Dachverband für das Tontaubenschiessen (2014) – www.scsf.ch.
- [29] Tages-Anzeiger (2013): In der Grube darf geschossen werden. – Artikel Tagesanzeiger 24.6.2013, <http://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/In-der-Grube-darf-geschossen-werden/story/15870834>.
- [30] Thundercloud Pictures (2014) – http://www.thundercloud.ch/photography/investigative_journalism/jagdschiessanlage_37.html, ...43.html, ...45.html, ...48.html, ...52.html, ...54.html.
- [31] WTC Wurftauben-Club St. Moritz (2015): – www.wtcstmoritz.ch
- [32] www.wurfscheibe.net

Anhang 2: Jagdschiessanlagen

Gemäss Meldungen der kantonalen Fachstellen ans BAFU, nicht vollständig:

Kt.	KbS Nr	Gemeinde, Ort	Anlagenbeschreibung, Bezeichnung	Betriebszeitraum	gefährdete Umweltbereiche	Gewässerschutz	Status nach AltIV	Bearbeitungsstand	Bemerkungen
AG	AA4012.0333-2	Suhr	Jagdschiessanlage, insbesondere Tontauben- und 100 m	seit 1967	Boden		untersuchungsbedürftig		
	AA4121.0401-1, AA4121.0401-3	Villigen Meistel	Kugelfänge und Tontauben-Schiessanlage der Jagdgesellschaft Wessenberg				ohne schädliche oder lästige Einwirkungen	Technische Untersuchung	
	AA4163.0005-8	Frick	Tonwerke Keller Sportschützen				ohne schädliche oder lästige Einwirkungen		
AI	62, 63, 64	Rüte	Jagdschiessstand Eggli				sanierungsbedürftig		
BE	03030036	Grossaffoltern	Tontauben- und Kurzdistanz-Schiessanlage Winigrab	seit 1971			überwachungsbedürftig		
	03110022	Schüpfen	Jagdschiessanlage Bütschwilgrube 25/50m	seit 1976			sanierungsbedürftig		
	03370022	Roggwil (BE)	Jagdschiessanlage Chilperg	seit 1977			sanierungsbedürftig		
	03600038	Wohlen bei Bern	Jagdschiessanlage Bergfeld	seit 1950			überwachungsbedürftig	Technische Untersuchung	
	03630033	Ostermundigen	Schiessanlage Oberfeld 300m	1926 bis 2001			ohne schädliche oder lästige Einwirkungen	Technische Untersuchung	>15 Scheiben, Kleinkaliber 50 m, Pistolen 25/50 m
	05410005	Iffwil	Pistolen- u Jagdschiessstand Gumpisberg	1939 bis 2004			überwachungsbedürftig		Pistolen 25/50 m
	05610045	Adelboden	Jagdschiessanlage 150m Bülmetsch	seit 1950			überwachungsbedürftig		
	05640016	Kandergrund	Jagd-Schiessanlage underem Bühl	seit 1975			überwachungsbedürftig		

Kt.	KbS Nr	Gemeinde, Ort	Anlagenbeschreibung, Bezeichnung	Betriebszeitraum	gefährdete Umweltbereiche	Gewässerschutz	Status nach AltIV	Bearbeitungsstand	Bemerkungen
BE	05730042	Brienz (BE)	Jagdschiessanlage Engi/Rouft	seit 1963			überwachungsbedürftig		
	05940008	Wilderswil	Jagdschiessanlage Krummeney				überwachungsbedürftig		
	07030023	Reconvilier	Place de tir Pâturage sous Montoz	1946 bis 2003			überwachungsbedürftig	Technische Untersuchung	
	07690024	Wimmis	Jagdschiessanlage Weiebühl/Burgholz (150m)	seit 1977			ohne schädliche oder lästige Einwirkungen		
	07690025	Wimmis	Rollhasen Schiessanlage Burgholz	seit 1977			überwachungsbedürftig		
	08430025	Lyssach	Jagdschiessanlage Dorfrütti	seit 1972			überwachungsbedürftig	Technische Untersuchung	
	09090108	Trubschachen	Blech- und Rollhasenanlage Blappach	seit 2005			ohne schädliche oder lästige Einwirkungen	Technische Untersuchung	
	09570116	Sumiswald Schwandbach Wasen	Jagdschiessanlage Churzenej	seit 1986			überwachungsbedürftig	Technische Untersuchung	
	09720007	Berken	Jagdschiessanlage Berken	seit 1958			sanierungsbedürftig	Technische Untersuchung	
BL	2762720705	Allschwil	Schiessanlage Hubertus: Jagdschiessanlage, Tontauben	bis heute		üb	ohne schädliche oder lästige Einwirkungen	Historische Untersuchung	
	2828720704	Lausen	Schiessanlage Edleten: Jagd, Tontauben	seit 1955	OW	üb	untersuchungsbedürftig		
GL	09112	Glarus	Vorauen				sanierungsbedürftig		
	17121	Glarus Nord	Tschachen				sanierungsbedürftig		
	20115	Glarus	Altiger	1960 bis 2000			sanierungsbedürftig		
	19126_a, b, c	Glarus Nord	Aeschen				sanierungsbedürftig		

Kt.	KbS Nr	Gemeinde, Ort	Anlagenbeschreibung, Bezeichnung	Betriebszeitraum	gefährdete Umweltbereiche	Gewässerschutz	Status nach AltIV	Bearbeitungsstand	Bemerkungen
GR									JSA werden nur in Verbindung mit einer 300m Anlage erfasst.
	3901-50	Chur	100m Jagdschiessanlage Rossboden, Chur	seit 1897		S2, S3	saniert, Restbelastung	Sanierung abgeschlossen	
	?	St. Moritz	WTC St. Moritz, Olympiaschanze	seit 1962					
JU	6711-905	Delémont	Tir aux pigeons		OW	Au	untersuchungsbedürftig	Technische Untersuchung	
OW	1401B083S, 1401B084S	Alpnach Alpnach Dorf	Jagdschiessanlagen Kugel und Tontaube			Au, Ao	untersuchungsbedürftig		
	1401B085S	Alpnach Hostatt	Jagdschiessanlage Hase	seit 1967		Au, Ao	untersuchungsbedürftig		
	1401B085S / 1	Alpnach	Jagdschiessanlage Hase			Au	untersuchungsbedürftig		
	1402B059S	Engelberg Spis	Jagdschiessanlage Engelberg (Kugel, Tontaube, Hase)			Au, Ao	untersuchungsbedürftig		
	1404B070S	Kerns	Grube Oberwald, Schiessanlage	1980 bis 2000		üb	ohne schädliche oder lästige Einwirkungen		
SH	2, 33	Siblingen	Jagdschiessanlage 1, Jagdschiessanlage 2 (Keilerstand)		Boden	üb	sanierungsbedürftig		
	32	Siblingen	Tontauben		Boden	üb	ohne schädliche oder lästige Einwirkungen		
	239	Buch (SH)	Schiessanlage Buch (300 m), Jagdschiessanlage 1		Boden	üb	sanierungsbedürftig		
SO	22.064.0706B 22.064.0706B.02	Zuchwil	Tontauben Schiessanlage	seit 1923			untersuchungsbedürftig		
	22.076.0702B	Kestenholz	100m Jagd- und Tontaubenschiessanlage Kiesgrube Di	seit 1969			untersuchungsbedürftig	Historische Untersuchung	
SZ	02_S106	Arth Grosswiyer, Goldau	Hasenjagdstand	1950 bis 1995		Au, Ao	sanierungsbedürftig		

Kt.	KbS Nr	Gemeinde, Ort	Anlagenbeschreibung, Bezeichnung	Betriebszeitraum	gefährdete Umweltbereiche	Gewässerschutz	Status nach AltIV	Bearbeitungsstand	Bemerkungen
SZ	02_S107a, b	Arth Grosswiyer, Goldau	Tontaubenschiessanlage West und Ost	1965 bis 1990	OW	Au, Ao	überwachungsbedürftig	Detailuntersuchung	
	09_S104	Unteriberg Hinter Aueli, Studen	Jagdschiessanlage Aueli	2001 bis 2007			untersuchungsbedürftig	Historische Untersuchung	
	27_S104	Küssnacht (SZ) Rundum	Tontauben-Schiessplatz Chiemen	1975 bis 2000		Au, Ao	untersuchungsbedürftig		
TG	4921 D 64	Bussnang	Jagdschiessanlage - Zielgebiet Jagdstand	seit 1933		Au	untersuchungsbedürftig		
	4946 D 53	Weinfelden	Jagdschiessanlage Weinfelden	seit 1935		Au	untersuchungsbedürftig		
UR	1206-3-002	Erstfeld Bärenboden	Jagdschiessanlage Erstfeld, Gämsen-Kugelfang	1951 bis 1997		Au, Ao	untersuchungsbedürftig		
	1206-3-004	Erstfeld Bärenboden	Jagdschiessanlage Erstfeld, Tontauben, Hasenanlage	1930 bis 1997		Au, Ao	untersuchungsbedürftig		
	1210-3-003	Hospental Wallenboden	Jagdschiessplatz Wallenboden	seit 1974		Au, Ao	untersuchungsbedürftig		
	1220-3-003	Wassen	Jagdschiessanlage Standel			Au	untersuchungsbedürftig		Elektronische Kugelanlage, 130m (Gams, Reh, Fuchs, Keiler), Tontaubenanlage, Rollhasenanlage, Kipphasenanlage
VS	E-6023-902-00	Conthey	Stand du Rudet				ohne schädliche oder lästige Einwirkungen		Tir au pigeon d'argile. Pas de butte pare-balle ni de récupération.
	E-6035-601-00	Sembrancher	Stand de tir de Vollèges / Diana d'Entremont				ohne schädliche oder lästige Einwirkungen		Utilisé par l'armée (place d'exercice militaire), la police cantonale et les chasseurs.
	E-6142-010-00	Trient La Bierle	Stand de tir de la Bierle				ohne schädliche oder lästige Einwirkungen		
	E-6158-602-00	Vionnaz Plambois	Stand de tir au pigeons d'argile				ohne schädliche oder lästige Einwirkungen		2'000 cartouches par an, grenaille de plomb.

Kt.	KbS Nr	Gemeinde, Ort	Anlagenbeschreibung, Bezeichnung	Betriebszeitraum	gefährdete Umweltbereiche	Gewässerschutz	Status nach AltIV	Bearbeitungsstand	Bemerkungen
VS	E-6288-016-01, E-6288-016-02, E-6288-016-03	Saas-Almagell	Jagdschiessstand Eiensand, Tontauben, KD-Anlage, Hasen-Anlage				ohne schädliche oder lästige Einwirkungen		3 Schiessanlagen auf engem Raum. Tontaubenanlage: 20'000 Schuss pro Jahr
ZG	02_S_146	Cham Rainmatt	Schiessanlage Rainmatt: Tontaubenschiessplatz	1940 bis 2004		Au, Ao	ohne schädliche oder lästige Einwirkungen		
	09_S_118	Unterägeri	Jagdschiessanlage für Tontauben	1949 bis 2001		üb	untersuchungsbedürftig		
ZH	0056/I.0011-001, 0057/I.N001-001	Embrach Au	Jagdschiessanlage Au	seit 1965	Boden, GW, OW	S3, Au	sanierungsbedürftig	Technische Untersuchung	Überschwemmungen
	0156/I.0044-001	Meilen Büelen	Schiessanlage/Jagdschiessanlage Büelen, 300 m	seit 1948	Boden, GW, OW	üb	sanierungsbedürftig		
	0156/I.0044-002	Meilen Büelen	Schiessanlage/Jagdschiessanlage Büelen, Kugelfang 50 m	seit 1968	Boden, GW, OW	üb	sanierungsbedürftig		
	0156/I.0044-003	Meilen Büelen	Schiessanlage/Jagdschiessanlage Büelen, Kugelfang 25 m	seit 1985	Boden, GW, OW	üb	sanierungsbedürftig		
	0156/I.0044-004	Meilen Büelen	Schiessanlage/Jagdschiessanlage Büelen, Kugelfang A (diffus)	seit 1959	Boden, GW, OW	üb	sanierungsbedürftig		
	0156/I.0044-005	Meilen Büelen	Schiessanlage/Jagdschiessanlage Büelen, Kugelfang B (diffus)	seit 1959	Boden, GW, OW	Zu, Au	sanierungsbedürftig		Überschwemmungen
	0177/I.0022-001	Pfäffikon Saumholz	Schiessanlage/Jagdschiessanlage Saumholz, Kugelfang B (300m + diffus)	seit 1959	Boden, GW	Au	sanierungsbedürftig	Historische Untersuchung	
	0177/I.0022-002, 0177/I.0022-003	Pfäffikon Saumholz	Schiessanlage/Jagdschiessanlage Saumholz, Kugelfang 50 m, 25m	seit 1993	Boden, GW	Au	sanierungsbedürftig	Historische Untersuchung	
	0177/I.0022-004	Pfäffikon Saumholz	Schiessanlage/Jagdschiessanlage Saumholz, Kugelfang A (diffus)	seit 1959	Boden, GW	Au	sanierungsbedürftig	Historische Untersuchung	
	VBS	1103.01 / 7	Bière	Place d'armes de Bière: Tir de chasse	seit 1985		Au	untersuchungsbedürftig	
1201.02 / 3		Ursy Le Saulgy	Le Saulgy (pl tir): Place de tir aux pigeons d'argile	seit 1990		Au	sanierungsbedürftig	Historische Untersuchung	Tontaubenschiessen
4203.05 / 7		Schwellbrunn Hintere Au	Hintere Au (Spl): Jagdschiessstand	seit 1994		üb	untersuchungsbedürftig	Sanierungsprojekt	

Anhang 3: Combat-Anlagen

Gemäss Meldungen der kantonalen Fachstellen ans BAFU, nicht vollständig

Kt.	KbS Nr	Gemeinde, Ort	Anlagenbeschreibung, Bezeichnung	Betriebszeitraum	gefährdete Umweltbereiche	Gewässerschutz	Status nach AlzIV	Bearbeitungsstand	Bemerkungen
AG	AA4201.0006-6	Lenzburg	Combat-Schiessanlage				untersuchungsbedürftig		
BE	05640014	Kandergrund Mittholz	Combat-Schiessanlage Mitholz	seit 1982			überwachungsbedürftig		Pistolen 25/50 m
	05940010	Wilderswil Krummeney	Combat Schiessanlage Krumeney				überwachungsbedürftig		Pistolen 25/50 m
	06670026	Laupen	Combat Schiessanlage	seit 1969			überwachungsbedürftig		Pistolen 25/50 m
	07540014	Walperswil Beich	Combat-Schiessanlage Beich	seit 1975			überwachungsbedürftig		Pistolen 25/50 m
SO	22.080.0701B	Oensingen	Lehgasse 43				untersuchungsbedürftig		
TG	4821 D 33	Hüttwilen	Combat-Schiessanlage Riethalde	seit 1946	GW	S2	sanierungsbedürftig		
VBS	4104.06 / 1	Marthalen Kiesgrube Schränne	Marthalen (Spl): Kiesgrube Schränne	1978 bis 2011		SA	sanierungsbedürftig	Sanierungsprojekt	Nutzung durch Militär, Kantonspolizei und Pistolenclub Marthalen