

Untersuchung und Bewertung von Bodenbelastungen auf Wurfscheibenschießanlagen

Klaus Bücherl, Ludwig Immler (LUBAG GmbH, Regensburg)

1 Aufgabenstellung

Im Rahmen des Kooperationsmodells für den umweltgerechten Betrieb von Wurfscheibenschießanlagen zwischen Landesjagdverband Bayern, dem Bayer. Sportschützenbund und dem Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) wurden typische Umweltbelastungen an 13 Wurfscheibenschießanlagen in Bayern untersucht. Grundlage für diese Untersuchungen war das vom Bayer. Landesamt für Umweltschutz (LfU) aufgestellte sog. "Minimaluntersuchungsprogramm für Wurfscheibenschießanlagen".

Ziel der Untersuchungen war es unter anderem zu prüfen, ob Untersuchungsergebnisse auf andere Schießanlagen übertragen werden können, ob und in welcher Intensität weitere Wurfscheibenschießanlagen untersucht werden müssen und ob gegebenenfalls Recherchen ohne Probenahmen Untersuchungen ersetzen können. Das Projekt wurde vom Ing.-Büro LUBAG GmbH aus Regensburg im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz durchgeführt.

2 Durchgeführte Maßnahmen

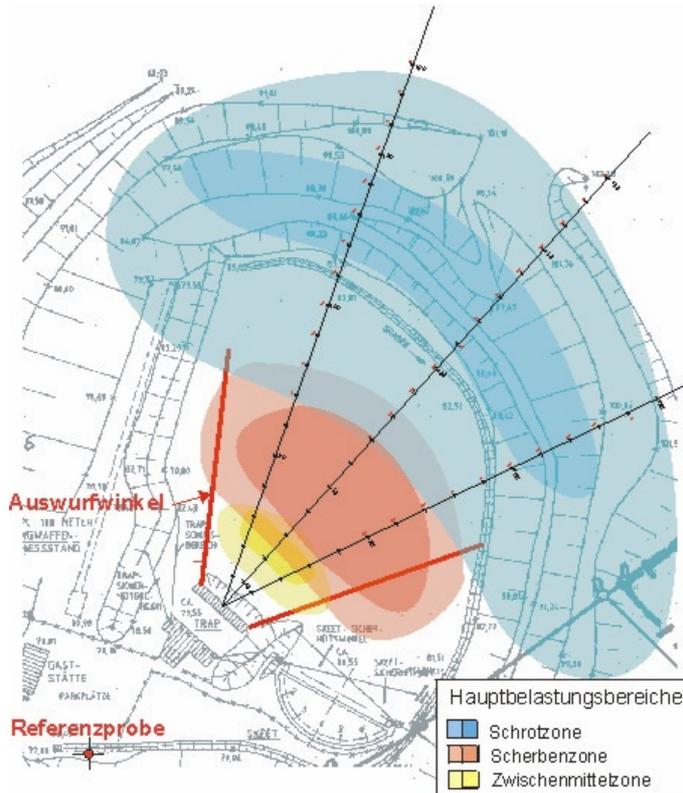
2.1 Geländearbeiten

2.1.1 Vermessung und Kartierung

Zur Untersuchung der Scherben- und Schrotzone wurde zunächst die Mittellinie und die Winkelhalbierenden der maximalen Scheibenauswurfwinkel (links: $12,5^\circ$, rechts: $22,5^\circ$) im Gelände festgelegt.

Durch Begehung wurden die Niederschlagsbereiche der Zwischenmittel (Schrotkörbe) und der Wurf-scheibenscherben nach einem für diese Aufgabe entwickeltem System kartiert.

Abbildung 1: Beispiel für die Kartierung der Belastungszonen (Trapanlage)



2.1.2 Festlegung der Probenahmestellen

Gemäß dem “Minimaluntersuchungsprogramm für die Untersuchung von noch in Betrieb befindlichen Wurfscheibenschießanlagen” (s. Anlage 4) umfasst die Beprobung

- ? einen Referenzpunkt **R** zur Erfassung der örtlichen Hintergrundwerte,
- ? einen Probenahmepunkt im Hauptdepositionsgebiet für Wurfscheibenscherben **W1** und
- ? drei Probenahmepunkte (**S1 – S3**) im Hauptdepositionsgebiet für Bleischrot

2.1.3 Probennahme

2.1.3.1 Referenzpunkt

Zur Ermittlung der durch schießanlagen-spezifische Schadstoffe nicht beeinträchtigten Bodeneigenschaften wurde außerhalb der Scherben- und Schrotniederschlagszone eine Rammkernsondierung ($d = 60$ mm, Kleinrammbohrung DIN 4021) ausgeführt. Am Bohrkern wurde eine Profilansprache gem. der Bodenkundlichen Kartieranleitung [**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**] durchgeführt. Dabei wurde neben der Aufnahmesituation (Relief, Nutzung, Vegetation) die Bodenart, -farbe, -feuchte sowie Humus- und Karbonatgehalt (halbquantitativ mit 10%-Salzsäure) erfasst. Die bodenkundlich differenzierten Horizonte wurden beprobt und jeweils in PE-Becher und Schraubdeckelgläser abgefüllt (Proben MRS/R/1 – 3).

2.1.3.2 Probenahmestellen

Intervallproben

Die tiefenbezogene Intervallbeprobung erfolgte an jeder Probennahmestelle durch Einschlagen einer Schappe (l = 0,5 m, d = 50 mm) an 7 Einstichstellen nach einem festgelegten Beprobungsschema (vgl. Abb. 2).

Abbildung 2: Festlegen der Probenahmepunkte in der Wurfscheibenscherbenzone
(7 Einstiche je Probenahmestelle)



Horizontproben

Zur Aufnahme und Beprobung des Bodenprofils wurde jeweils im Zentrum der Probennahmestellen mittels Rammkensonndierung (d=60 mm) Bodenmaterial bis 1 m Tiefe entnommen. Am Bohrkern wurde eine Profilansprache gem. der Bodenkundlichen Kartieranleitung durchgeführt. Dabei wurde neben der Aufnahmesituation (Relief, Nutzung, Vegetation) die Bodenart, -farbe, -feuchte sowie Humus- und Karbonatgehalt (halbquantitativ mit 10%-Salzsäure) erfasst. Die bodenkundlich differenzierten Horizonte wurden beprobt und jeweils in PE-Becher abgefüllt.

Profilgrube

Die Profilgrube wurde mit Schaufel, Spaten und Pickel mit den Maßen 0,8 x 0,8 m und einer Tiefe von ca. 0,8 m angelegt. Die bodenkundliche Ansprache erfolgte wie oben beschrieben. Zusätzlich wurde das Bodengefüge und die Ausprägung von Hohlräumen (Poren, Risse, Röhren) beschrieben. Aus jedem Horizont wurden Proben entnommen und in einen 0,5 l-Becher (für die Bodenbeschafftheitsparameter) und einen 5l-Eimer (für Sieb-/Schlamm-analyse) abgefüllt.

Aus den Bohrkernen wurde Probenmaterial aus dem Pflughorizont (Tiefe bis ca. 30 – 35 cm) entnommen. Material aus dem Grenz- bzw. Übergangsbereich Pflughorizont-Unterboden wurde verworfen. Unterboden wurde generell in der Tiefenstufe 40 – 50 cm beprobt. Die Einzelproben aus den 7 Einstichen wurden jeweils in Edelstahlwannen tiefenbezogen zusammengeführt. Die Flächenmischproben wurde händisch unter Verwendung von Einweghandschuhen zerkleinert, homogenisiert, geviertelt und aus gegenüberliegenden Vierteln in Schraubdeckelgläser abgefüllt.

Abbildung 3: Profilgrube zur Aufnahme des Bodenprofils und zur Bestimmung der Bodenart gem. Bodenkundlicher Kartieranleitung



2.2 Laborarbeiten

Die Ermittlung der Schrot- und Scherbenfraktion und die Analysen wurden vom akkreditierten Prüflaboratorium Dr. Blasy - Dr. Busse GmbH, Eching a.A., ausgeführt. Die Kornverteilungskurven (Sieb-/Schlammanalysen) wurden beim Grundbaulabor, Wittmann und Häringer GbR, bestimmt. Der Standarduntersuchungsumfang enthielt neben den anlagentypischen Schadstoffen auch bodenkundliche Parameter (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Standarduntersuchungsumfang

FMP WSZ		FMP BSZ		HP 1m		P		R	
- 5	Sb, As, Pb, PAK, SF, WF	- 5	Sb, As, Pb, SF, WF	O	GV, CO ₃ hq, pH _(CaCl2)	O	GV, CO ₃ q, pH _(CaCl2)	O	
- 10	- " -.	- 10	- " -.	A	GV, CO ₃ hq, pH _(CaCl2)	A	KGV, GV, CO ₃ q, pH _(CaCl2)	A	Sb, As, Pb, PAK, KAK, H, pH _(CaCl2)
- 20	Sb, As, Pb, PAK	- 20	Sb, As, Pb	B1	CO ₃ hq, pH _(CaCl2)	B1	KGV, GV, CO ₃ q, pH _(CaCl2)	B1	Sb, As, Pb, PAK, KAK, pH _(CaCl2)
- 30	*	- 30	*	B2	CO ₃ hq, pH _(CaCl2)	B2	KGV, GV, CO ₃ q, pH _(CaCl2)	B2	KAK
- 40	*	- 40	*	C	CO ₃ hq pH _(CaCl2)	C	KGV, GV, CO ₃ q, pH _(CaCl2)	C	
- 50		- 50							

bei allen Proben wurde vor Ort mittels Fingerprobe die Bodenart und der Humusgehalt bestimmt
 Profil = Profilgrube, Aufnahme gem. Bodenkundlicher Kartieranleitung [**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**]

*weitere Analysen bei Überschreitung der jeweiligen Stufe-1-Werten in den untersuchten Schichten

- | | |
|--|-----------------------------------|
| FMP : Flächenmischprobe aus 7 Einstichen | SF : Schrotfraktion |
| WSZ : Wurfscheibenscherbenzone | WF : Wurfscheibenscherbenfraktion |
| BSZ : Bleischrotzone | P : Profilgrube |
| R : Referenzpunkt | GV : Glühverlust (Humusgehalt) |
| KAK : Kationenaustauschkapazität | hq : halbquantitativ vor Ort |
| q : quantitativ | HP : Rammkernsondierung 1 m zur |
| KGV : Korngrößenverteilung (Bodenart) | Horizontbeprobung (1 je FP) |

3 Untersuchungsergebnisse

Die Untersuchungen ergaben erwartungsgemäß zum Teil stark erhöhte Schadstoffgehalte, die jedoch mit zunehmender Tiefe deutlich zurückgehen (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Schadstoffgehalte im Boden (Feststoff) in mg/kg wT

Tiefe (cm)	Arsen (As)		Antimon (Sb)		Blei (Pb)		PAK	
	Maximal	Mittelwert	Maximal	Mittelwert	Maximal	Mittelwert	Maximal	Mittelwert
0 - 5	1100	57,9	2600	174	35000	4990	2000	280
5 - 10	420	40,7	960	125	31000	3080	2300	270
10 - 15	280	22,7	520	50,4	18000	1680	1100	150
15 - 25	61	13,1	38	11,2	5700	605	450	70
25 - 35	61	18,0	18	6,9	870	194	160	38
35 - 50	12	10,7			610	140	18	7,5

Unter den Bedingungen der Elution nach DIN 38414 – S4 zeigten Antimon und Blei die größte Mobilität. In den am stärksten belasteten obersten Bodenschichten wurden die entsprechenden Stufe-2-Werte teilweise erheblich überschritten. Ebenso wie die Feststoffgehalte nehmen die in den Eluatn ermittelten Konzentrationen mit zunehmender Tiefe deutlich ab. An den meisten untersuchten Standorten waren daher in 50 cm Tiefe keine mobilen Schadstoffe mehr nachweisbar (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 2: Schadstoffgehalte im Eluat gem. Din 38414-S4 in µg/l

Tiefe (cm)	Arsen (As)		Antimon (Sb)		Blei (Pb)	
	Maximal	Mittelwert	Maximal	Mittelwert	Maximal	Mittelwert
0 - 5	160	27	810	150	25000	990
5 – 10	71	17	1500	187	17000	530
10 – 15	150	24	770	126	1400	192
15 – 25	23	9	530	103	1600	120
25 - 35	n.n.		57	27	180	39
35 - 50	n.n.		64	41	n.n.	n.n.

4 Bewertung und Gefährdungsabschätzung

4.1 Pfad Boden-Mensch

Die in den obersten Bodenschichten ermittelten Schadstoffkonzentrationen überschritten die Prüfwerte der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) für 'Park-/Freizeitanlagen' zum Teil erheblich. Für die Gefährdungsabschätzung ist zu berücksichtigen, dass die Prüfwerte für die inhalative Aufnahme von Boden- bzw. Staubpartikeln bei einer arbeitstäglichen 8-stündigen Exposition (5 Tage/Woche, 45 Wochen/Jahr) abgeleitet wurden. Unter 'Park-/Freizeitanlagen' werden Flächen verstanden, die regelmäßig zugänglich sind, wobei bei Ableitung der Prüfwerte auch ein Aufenthalt von Kindern unterstellt worden war.

Arbeiten in den Belastungszonen von Wurftaubenschießanlagen (gärtnerische Arbeiten, Mäharbeiten, Aufsammeln von Wurfscheiben) finden in einem zeitlich nur sehr eingeschränktem Maße statt. Ein (regelmäßiger) Aufenthalt von Kindern in den Belastungszonen kann ausgeschlossen werden. Bei der vorliegenden Nutzung ist daher kein Personenkreis erkennbar, der in der Wurfscheibenscherbenzone oder in der Bleischrotzone einer oben beschriebenen Expositionsdauer ausgesetzt wäre. Eine Gesundheitsgefährdung über den Pfad Boden-Mensch besteht daher trotz der hohen Schadstoffkonzentrationen nicht.

4.2 Pfad Boden-Wasser (Sickerwasserprognose)

4.2.1 Blei, Antimon

Die hohen Feststoffgehalte und die z.T. stark erhöhten Konzentrationen im S4-Eluat begründen auf allen Standorten ein entsprechend großes Emissionspotential. Unter Berücksichtigung der in der Regel geringe Tiefenverlagerung der Schadstoffe, den aus den pH_{stat}-Versuchen abgeleiteten pH-Pufferungsvermögen des Bodens und anderen Bodeneigenschaften wie Kationenaustauschkapazität, Gehalt an organischer Substanz und hydraulischer Durchlässigkeit erscheint bei den meisten Standorten eine Überschreitung der jeweiligen Prüfwerte im Sickerwasser am Übergang zur gesättigten Zone

auch langfristig unwahrscheinlich. Der Verdacht einer schädlichen Bodenverunreinigung hinsichtlich des Gefährdungspfades Boden-Grundwasser hat sich an diesen Standorten nicht bestätigt. Nur bei sauren (kalkarmen) Böden mit geringem Pufferungsvermögen, guten Durchlässigkeiten und geringen Grundwasserflurabständen muss von einer Prüfwertüberschreitung im Sickerwasser am Ort der Beurteilung ausgegangen werden.

4.2.2 Benzo(a)pyren und PAK

Die PAK-Gehalte waren meist nur bis in eine Tiefe von 35 cm deutlich erhöht. Neben Benzo(a)pyren fallen auch die Konzentrationen der übrigen niedrig- und mittelsiedenden PAK (Naphthalin – Fluoren) mit der Beprobungstiefe rasch ab. Die Ergebnisse sind im Zusammenhang mit der geringen Löslichkeit dieser Substanzen im allgemeinen und aus der Matrix der Wurfscheiben im besonderen zu sehen. Das Emissionspotential ist als niedrig einzustufen. Bei Betrachtung des Transmissionspotentials ist bei den PAK eine Prüfwertüberschreitung im Sickerwasser am Übergang zur gesättigten Zone auch langfristig als unwahrscheinlich einzustufen. Der Verdacht einer schädlichen Bodenverunreinigung durch diese Schadstoffgruppe hat sich somit nicht bestätigt.

5 Folgerungen

Bei der musterhaften Untersuchung von 13 Wurftaubenschießplätzen in Bayern im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz wurden erwartungsgemäß stark erhöhte Gehalte an Blei, Antimon und PAK im Boden festgestellt, die sich jedoch als sehr immobil erweisen. Nur bei ungünstigen bodenkundlichen und hydrogeologischen Voraussetzungen ergibt daher die Sickerwasserprognose, dass die Prüfwerte der Bundesbodenschutzverordnung am Ort des Übergangs in die gesättigte Zone überschritten werden. Entscheidend für die Beurteilung ist dabei die genaue bodenkundliche Aufnahme nach der bodenkundlichen Kartieranleitung in den Belastungszonen sowie die Beurteilung der hydrogeologischen Situation. Die genaue Höhe der Schadstoffgehalte, die ohnehin regelmäßig erheblich über den Stufe-2-Werten liegen, ist demgegenüber zweitrangig. Bei der orientierenden Untersuchung weiterer Wurftaubenschießanlagen kann daher zugunsten einer genauen Kartierung der Belastungszonen sowie einer kompetenten bodenkundlichen und hydrogeologischen Beurteilung des Standortes auf einen großen Teil der chemischen Analysen verzichtet werden.