

Milser Straße 37
33729 Bielefeld
Tel.: (0521) 977 10-0
Fax.: (0521) 977 10-20
info@ifua.de

Projekttitle:

**Detailuntersuchung für die
Schießanlage "Freudenberg-Lembeck"
nach den Grundsätzen des
BBodSchG / der BBodSchV**

Auftraggeber:

Hegering Herrlichkeit Lembeck und Dorsten e.V.
Herr Hermann Wolff
Hindemithstraße 26
46282 Dorsten

Bearbeitung:

Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
Dr. Lutz Makowsky (Dipl.-Geogr.)

Projekt-Nr.:

P 217012

Datum:

Mai 2017

Gesellschafter:

- Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Gefährdungsabschätzung für die Wirkungspfade Boden-Gewässer und Boden-Mensch sowie Sanierung (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 2, 4 und 5)
- Michael Bleier (Dipl.-Ing.)
- Petra Günther (Dipl.-Biol.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze/Vorsorge zur Begrenzung von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien sowie für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 3 und 4)
Wirtschaftsmediatorin (IHK)
- Monika Machtolf (Dipl. Oec. troph.)

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass/Einleitung	1
2.	Bisherige Kenntnisse aus Orientierender Untersuchung	2
2.1.	Kontaktdaten und Einrichtungen der Schießanlage	2
2.2.	Depositionsbereiche und Nutzungen	4
2.3.	Belastungssituation und Bewertung	5
2.3.1.	Wirkungspfad Boden-Mensch	6
2.3.2.	Wirkungspfad Boden-Grundwasser	6
3.	Durchgeführte Arbeiten und Bewertungsmaßstäbe	7
3.1.	Geländearbeiten	7
3.2.	Laborarbeiten	9
3.2.1.	Bodenproben	9
3.3.	Bewertungsmaßstäbe	10
3.3.1.	Wirkungspfad Boden-Mensch	10
3.3.2.	Wirkungspfad Boden-Grundwasser	12
4.	Ergebnisse	14
4.1.	Flächenbezogene Abgrenzung der Bodenbelastungen (Wirkungspfad Boden-Mensch)	14
4.2.	Tiefenbezogene Abgrenzung der Bodenbelastungen (Wirkungspfad Boden-Grundwasser)	17
4.2.1.	Naturräumliche Voraussetzungen	18
4.2.2.	Sickerwasserprognose	20
5.	Zusammenfassung mit Schlussfolgerungen	25
6.	Literatur	27

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Abgrenzung der Depositionsbereiche von Wurfscheibenresten und Bleischrot gemäß Orientierender Untersuchung der Schießanlage Freudenberg-Lembeck (IFUA 2015b)	5
Abbildung 2:	Entnahmebereiche von Bodenproben mit visuell abgegrenzten Depositionsbereichen von Wurfscheibenresten und Bleischrot auf der Schießanlage Freudenberg-Lembeck	8
Abbildung 3:	Probennahmen mittels Schurf und Bohrstocksondierung im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Grundwasser für die Detailuntersuchung auf der Schießanlage Freudenberg-Lembeck	9
Abbildung 4:	Gelände der Schießanlage Freudenberg-Lembeck (Trap/Skeet/Rollhase)	14
Abbildung 5:	Flächenhafte Abgrenzung der durch Einträge von Bleischrot verursachten Bodenbelastungen für die Schießanlage Freudenberg-Lembeck	15
Abbildung 6:	Auszug aus dem Luftbild von 1975 für die Schießanlage Freudenberg-Lembeck (ohne Maßstab)	17
Abbildung 7:	Grenzverläufe der Wasserschutzzonen "Holsterhausen/Ürfter Mark" und der Depositionsbereiche der Schießanlage "Freudenberg-Lembeck" (Nordteil)	19

Abbildung 8: Grenzverläufe der Wasserschutzzone "Holsterhausen/Ürfter Mark" südlich
der Depositionsbereiche der Schießanlage "Freudenberg-Lembeck" (Südteil) ___ 20

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Ausstattung/Einrichtung der Schießanlage Freudenberg-Lembeck _____	3
Tabelle 2:	Übersicht des wirkungspfadbezogenen Handlungsbedarfs für die Schießanlage Freudenberg-Lembeck (IFUA 2015a, IFUA 2015b) _____	5
Tabelle 3:	Analyseergebnisse (Feststoff) des Oberbodens (0-10 cm uGOK) im Randbereich der Depositionen von Bleischrot der Schießanlage Freudenberg- Lembeck _____	16
Tabelle 4:	Übersicht der Bodeneigenschaften der Transportstrecke im Unterboden und Untergrund der Schießanlage Freudenberg-Lembeck (Entnahmebereich A) ____	21
Tabelle 5:	Übersicht der Bodeneigenschaften der Transportstrecke im Unterboden und Untergrund der Schießanlage Freudenberg-Lembeck (Entnahmebereich B) ____	22
Tabelle 6:	Analyseergebnisse (Feststoff) in den Hauptdepositionsbereichen der Schießanlage Freudenberg-Lembeck _____	23
Tabelle 7:	Analyseergebnisse (Eluat) in den Depositionsbereichen der Schießanlage Freudenberg-Lembeck _____	24

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1:	Probennahmeprotokolle Boden (IFUA)
Anlage 2:	Prüfberichte Eurofins Umwelt West GmbH
Anlage 3:	Prüfbericht LUFA NRW zu Analytik Eigenwasserversorgung Vereinsheim

1. Anlass/Einleitung

Für die Schießanlage "Freudenberg-Lembeck" (Kreis Wesel)¹ ergaben sich im Rahmen eines nach den Grundsätzen der BBodSch²-Gesetzgebung durchgeführten landesweiten Programms zur Orientierenden Untersuchung (OU) von in Betrieb befindlichen jagdlich genutzten Schießanlagen in NRW konkrete Anhaltspunkte für durch den Schießbetrieb bedingte schädliche Bodenveränderungen (IFUA 2015b). Dies betrifft im Grundsatz die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Grundwasser.

Hiervon ausgehend wurde das weitere Vorgehen in Gesprächen mit dem Auftraggeber (Hegering Herrlichkeit Lembeck und Dorsten e.V., Herr Hermann Wolff) unter Beteiligung des Landesjagdverbandes NRW, der Unteren Bodenschutzbehörde des Kreises Wesel und der IFUA Projekt-GmbH (IFUA) abgestimmt.

Demnach sind ausgehend von der in der OU dargelegten Belastungssituation (IFUA 2015b) in der Detailuntersuchung (DU) räumlich-analytische Abgrenzungen der Bodenbelastungen durchzuführen. Hierbei stehen folgende Aspekte im Blickpunkt:

- flächenhafte Abgrenzung der oberflächennahen Bodenbelastungen (Wirkungspfad Boden-Mensch) und
- Abgrenzung der Tiefenverlagerung von Schadstoffen in den Depositionsbereichen mit den höchsten Belastungen und der geringsten Transportstrecke (Wirkungspfad Boden-Grundwasser).

Mit der Durchführung der DU wurde IFUA am 19.01.2017 durch Herrn Hermann Wolff im Auftrag einer möglichen Betreibergesellschaft (Kreisjägerschaften Recklinghausen, Bottrop, Gelsenkirchen und Oberhausen) beauftragt.

Das Gutachten zur Detailuntersuchung mit Erläuterungen zum Vorgehen, der Darlegung der Ergebnisse, der Bewertung und Begründung der Sachlage sowie mit Empfehlungen zum weiteren Vorgehen wird hiermit vorgelegt.

¹ Die Schießanlage ist in der Ürfter Mark ca. 4 km nordwestlich der Stadt Dorsten am Kreuz der beiden Bundesstraßen 58 und 224 und östlich der Autobahnausfahrt Schermbeck der A 31 von Oberhausen nach Emden gelegen.

² Bundes-Bodenschutz

2. Bisherige Kenntnisse aus Orientierender Untersuchung

Die in der OU gewonnenen Kenntnisse (IFUA 2015b) werden im Folgenden zusammengefasst und erforderlichenfalls aktualisiert wiedergegeben.

2.1. Kontaktdaten und Einrichtungen der Schießanlage

Nachfolgend sind die für die Schießanlage zuständigen Ansprechpartner des Betreibers und der UBB zusammengestellt.

Schießanlage: Schießanlage Freudenberg-Lembeck
Freudenger Straße 140
Adressangabe laut KJS Hubertus Recklinghausen:
Freudenbergstraße 240
46284 Dorsten
Telefon: 02362-64128

Standverwaltung: Hegering "Herrlichkeit Lembeck und Dorsten" e.V.
Herr Hermann Wolff
Hindemithstraße 26
46282 Dorsten
Telefon: 02362-607220
mobil: 0170-6340126
Telefax: 02362-608882
E-Mail: wolff-hegering@gmx.de

Bodenschutzbehörde: Kreisverwaltung Wesel
Untere Bodenschutzbehörde
Herr Jürgen Brandtstaeter
Reeser Landstraße 31
46483 Wesel
Telefon: 0281-207-2510
E-Mail: juergen.brandtstaeter@kreis-wesel.de

Hinweis:
Der Kreis Recklinghausen grenzt im Osten unmittelbar an das umzäunte Gelände der Schießanlage

Als Einrichtungen sind sowohl Kugel-Schießbahnen als auch Wurfscheibenschießanlagen vorhanden. Auf der offenen Schießbahn wurde in einem Abstand von ca. 30 m auf den Kipphasen seit 1992 geschossen. Die Schrote wurden nicht durch einen Geschoss-

fang zurückgehalten, denn diese Schießbahn wurde zugleich für die Disziplin "Laufender Keiler" (ca. 50 m) verwendet³. Von den Schützenständen im östlich der Schießbahn angrenzenden Freigelände wurden sowohl Rollhase, Trap als auch Skeet geschossen. Die Wurfscheibenschießanlage ist seit dem Jahr 1932 in Betrieb und zählt unter den landesweit untersuchten Schießanlagen mit mehr als 80 Jahren zu den am längsten in Betrieb befindlichen. Seit dem Jahr 2016 ist der Betrieb vorläufig eingestellt worden. Vorliegende Luftbilder (z.B. 1975)⁴ und Hinweise des Auftraggebers deuten darauf hin, dass der ursprüngliche Standort der Trap-Anlage südlich der Umwallung der Büchsen-Schießbahnen gelegen war. Nähere Angaben hierzu liegen derzeit nicht vor. Derzeit ist die gesamte Schießanlage außer Betrieb mit Ausnahme des Luftgewehr-Parcours. Die Nutzungsintensität im Betriebszeitraum ist mit etwa 445 t Bleischrotmasse und ca. 38 Millionen Wurfscheiben als hoch einzustufen (IFUA 2015b).

Tabelle 1: Ausstattung/Einrichtung der Schießanlage Freudenberg-Lembeck

Ausstattung	Angaben gemäß Ortsbegehung (IFUA 2015b)	
Kugel 100 m	✓ (4x)	
Laufender Keiler	✓ (50 m)	
Kipphase	✓ (30 m) (seit 1992 in Betrieb)	
Trap	✓	
Skeet	✓	
Rollhase	✓	
Parcours	- (siehe Bemerkungen)	
Kurzwaffe	-	
Bemerkungen	Luftgewehr-Parcours mit Schützenständen ("field target parcours") im westlichen Randbereich der Wurfscheibenanlage; weitere Einrichtungen der Schießanlage sind seit 2016 außer Betrieb; es liegen Hinweise zum ehemaligen Betrieb einer Trap-Schießanlage südlich der umwallten Büchsen-Schießbahnen vor (historische Luftbilder, Auskunft des Auftraggebers)	
Betriebsdauer (von - bis)	85 Jahre (1932 bis heute)	
Nutzungsintensität im Betriebszeitraum	Wurfscheibenzahl bis 1995: ca. 38.500.000	Bleischrotmenge (Tonnen): ca. 445

³ Auf Grund der kleinräumigen, durch den Betrieb des Kipphasen verursachten Bodenbelastungen wird dieser Bleischrot-Depositionsbereich in der DU vereinbarungsgemäß nicht beprobt und analysiert.

⁴ Bereitstellung durch UBB Wesel am 17.02.2017

2.2. Depositionsbereiche und Nutzungen

Die Depositionsbereiche von Wurfscheibenresten und Bleischroten erstrecken sich etwa 200 m von Südwest nach Nordost und 250 m von Nordwest nach Südost (Abbildung 1). Zusätzlich ist ein kleinräumiger Depositionsbereich mit Bleischroten des Kipphasen im Bereich der umwallten Büchsen-Schießbahn vorhanden (ca. 20 m x 10 m).

Die Depositionsbereiche der Wurfscheibenreste sind vollständig umzäunt. Gleiches gilt für Teile der Depositionsbereiche von Bleischrot bis zur B 224 im Westen, dem Fahrweg / der Rückegasse im Norden, dem Wald-/Fahrweg im Osten und der B 58 im Süden umzäunt (Abbildung 1). Ältere und verfallene Umzäunungen verlaufen im durch Passanten von Osten zugänglichen nördlichen und nordöstlichen Depositionsbereich der Bleischrote entlang von Wald-/Fahrwegen und entlang der südlichen und westlichen Böschungskanten des ehemaligen Sand-/Kiestagebaus. Dieser befand sich im Norden angrenzend an die Schießanlage. Während des Tagebaubetriebes bestand nordöstlich der Schießanlage eine Verladestation des Regionalverbandes Ruhrgebiet, zu dem der von der B 58 abzweigende Wald-/Fahrweg östlich der intakten Umzäunung der Schießanlage führte (Luftbild aus 1977, Angaben des Betreibers der Schießanlage).

Im gesamten Depositionsbereich sind Wühlspuren und Trittsiegel von Wild erkennbar. Die Nutzung im Nahbereich der Schützenstände der Trap-, Skeet- und Rollhasen-Schießanlage ist als wellige Grünfläche (gemäht, gemulcht) zu beschreiben. Wurfscheibenreste und Schrotbeutel wurden wiederholt maschinell durch einen Schlepper mit Walzenbürste abgeräumt und anschließend ordnungsgemäß entsorgt.

Mit Ausnahme der Grünfläche ist der Depositionsbereich im Wesentlichen mit Wald bestockt. Im westlichen und östlichen Depositionsbereich dominieren Anpflanzungen von Kiefer. Moose und Farne bedecken hier die Bodenoberfläche. Nördlich und nordöstlich grenzt an die Grünfläche ein mehrere Meter breiter bogenförmig verlaufender flacher Wall aus Wurfscheibenresten an. Dieses Gebiet ist durch ein bemoostes welliges Sandgebiet mit lichtem Birkenbestand sowie Strauch- und Krautvegetation aus Heide und Erdbeere geprägt. Die Gehölze sind durch Vernarbung der Borke und Schrotschur gekennzeichnet. Außerhalb der Umzäunung und nördlich des Fahrweges erstreckt sich ein zeitweilig vernässstes Gebiet mit lichten Reihenpflanzungen aus Birke und Erle. Moos, Gras und Schilf bedecken die Bodenoberfläche.

Abbildung 1: Abgrenzung der Depositionsbereiche von Wurfscheibenresten und Bleischrot gemäß Orientierender Untersuchung der Schießanlage Freudenberg-Lembeck (IFUA 2015b)



Anmerkungen:

linkes Bild: rosa Fläche = Depositionsbereich Wurfscheibenreste

rechtes Bild:

rotbraune Fläche = Depositionsbereiche Bleischrote; dunkelrotbraune Fläche = Hauptdepositionsbereich Bleischrote

Jeweils mit Ziffern eingetragen sind die in der OU untersuchten Entnahmebereiche.

2.3. Belastungssituation und Bewertung

Auf Grund der in der OU festgestellten Belastungssituation, den naturräumlichen Voraussetzungen und den derzeitigen Nutzungen wurde Handlungsbedarf mit Maßnahmenbedarf für den Wirkungspfad Boden-Mensch und Beobachtungsbedarf für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser festgestellt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Übersicht des wirkungspfadbezogenen Handlungsbedarfs für die Schießanlage Freudenberg-Lembeck (IFUA 2015a, IFUA 2015b)

Wirkungspfad Boden - ...	Handlungsbedarf
Mensch	Maßnahmenbedarf
(Nutz-)Pflanze	kein Handlungsbedarf
Grundwasser	Beobachtungsbedarf
Oberflächengewässer	kein Handlungsbedarf

Die diesbezüglich relevanten bodenschutzfachlichen Hintergründe mit Bewertung der Wirkungspfade gemäß OU sind im Folgenden zusammengefasst (IFUA 2015b).

2.3.1. Wirkungspfad Boden-Mensch

Wegen der im nördlichen Teilbereich der Bleischrotdepositionen vorhandenen, öffentlich genutzten Fahr-/Waldwege außerhalb der vollständigen Umzäunung liegen konkrete Anhaltspunkte einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit über den Direktpfad vor. Die Metallgehalte liegen in der Größenordnung der projektbezogen abgeleiteten Werte für Sofortmaßnahmen bei erheblichen Schadstoffanreicherungen (IFUA 2015c). Der **Gefahrenverdacht** ist **bestätigt** (IFUA 2015b). Vor diesem Hintergrund hat der Auftraggeber bereits Angebote für die Errichtung einer Umzäunung der relevanten Flächen eingeholt (vgl. Kapitel 4.1).

2.3.2. Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Für den gesamten Depositionsbereich ist gemäß OU unter den gegebenen Standortbedingungen der **Gefahrenverdacht nicht erhärtet, aber zukünftig nicht auszuschließen**. Einerseits sind Anhaltspunkte für Gefahren für das Grundwasser insbesondere wegen der hohen Quellkonzentrationen am Ort der Probennahme (36-57 µg As/l, 250-3.700 µg Pb/l, 530-930 µg Sb/l, 4,1 µg PAK/l [Entnahmebereiche 3 und 5 der OU; IFUA 2015b]), der geringen Schutzfunktion der ungesättigten Zone (schluffig-lehmiger Sand bis reiner Sand) und der Durchlässigkeit ($>10^{-5}$ m/s) für alle betrachteten Schadstoffe gegeben. Andererseits ist der Grundwasserflurabstand als groß (>10 m) einzustufen. Konkret beträgt die Transportstrecke etwa 25 m, so dass Verdünnung durch seitlichen Wasserzutritt und auch Sorption an den eisenoxidischen tertiären Halterner Sanden stattfinden (IFUA 2015b).

3. Durchgeführte Arbeiten und Bewertungsmaßstäbe

Die durchgeführten Arbeiten gliedern sich in Boden-Probennahmen im Gelände und Laboranalytik. Die Bewertung der Wirkungspfade beruht auf dem Abgleich mit den Prüfwerten nach BBodSchV (1999).

3.1. Geländearbeiten

Bei den Geländearbeiten sind die Entnahmebereiche (Abbildung 2) entsprechend der Zielsetzungen ausgewählt worden und bezüglich der Vorgehensweisen zu unterscheiden:

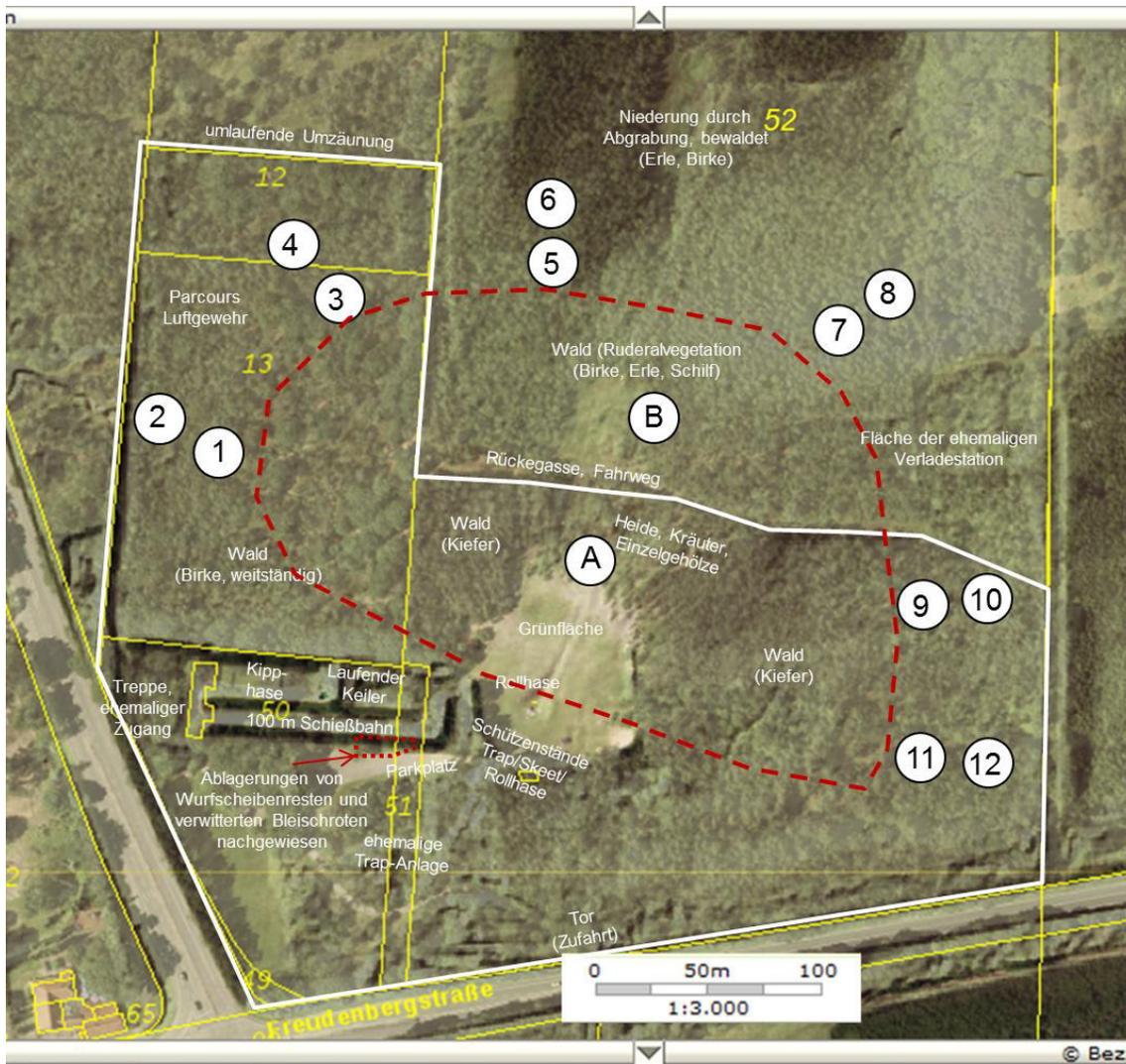
- **Wirkungspfad Boden-Mensch (flächenbezogene Abgrenzung)** durch Probennahme von Bodenmaterial im **Randbereich** außerhalb des Depositionsbereiches von Bleischrot (Entnahmebereiche 1 – 12) am 15.02.2017 und 27.02.2017 durch IFUA und
- **Wirkungspfad Boden-Grundwasser (tiefenbezogene Abgrenzung)** durch Probennahme von Bodenmaterial im **Hauptdepositionsbereich** von Bleischrot und/oder Wurfscheibenresten (Entnahmebereiche A und B) am 15.02.2017 durch IFUA.

Die Probennahme zur **flächenbezogenen Abgrenzung** im visuell abgegrenzten Randbereich außerhalb der Depositionen (**Wirkungspfad Boden-Mensch**) erfolgte mittels Schurf bis 10 cm uGOK (n = 2) und jeweils darin abgeteuften Bohrstocksondierungen (Durchmesser 36 mm) (n = 5) von 10 cm bis 30 cm uGOK (Abbildung 2). Sofern vorhanden wurde die Humusaufgabe ebenfalls beprobt.

Die Probennahme zur **tiefenbezogenen Abgrenzung** der Bodenbelastungen (**Wirkungspfad Boden-Grundwasser**) wurde im Depositionsbereich der Bleischrote bzw. Wurfscheibenreste mittels Schürfen und darin abgeteuften Bohrstocksondierungen bis maximal 100 cm uGOK⁵ (Abbildung 2) durchgeführt. Die Beprobung und Bodenansprache erfolgte horizontbezogen. Die Schürfe wurden vor Ansatz der Bohrstocksondierungen durch einen Stechrahmen randlich gegen das Nachfallen von Bleischroten bzw. Wurfscheibenresten gesichert (Abbildung 3).

⁵ Gegenüber Bohrstocksondierungen ohne Entfernung der oberflächennahen Belastungen ermöglicht es die Probennahme am Schurf grundsätzlich, Verschleppungen von schadstoffbelastetem Bodenmaterial in die Tiefe zu vermeiden.

Abbildung 2: Entnahmebereiche von Bodenproben mit visuell abgegrenzten Depositionsbereichen von Wurfscheibenresten und Bleischrot auf der Schießanlage Freudenberg-Lembeck



Quelle Kartengrundlage: TIM-online (2017) mit Nummern der Flurstücke

- 1 – 12 = Bodenprobennahme bis 30 cm uGOK (flächenhafte Abgrenzung)
A und B = Bodenprobennahme bis zur Grundwasseroberfläche (tiefenbezogene Abgrenzung)

Anmerkungen:

Die rotbraun-gestrichelt umgrenzten Flächen markieren die (ehemaligen) Depositionsbereiche der Bleischrote nach visueller Abgrenzung. Die weiße Linie markiert den Verlauf der Umzäunung.

Die Boden-Probennahmen erfolgten in allen Fällen unter Berücksichtigung der Horizont- und Schichtgrenzen (vgl. Anlagen 1 und 2). Die relevanten Bodenmerkmale wurden gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung (AG Boden 2005) angesprochen.

Abbildung 3: Probennahmen mittels Schurf und Bohrstocksondierung im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Grundwasser für die Detailuntersuchung auf der Schießanlage Freudenberg-Lembeck



Schurf mit Stechrahmen (Entnahmebereich A)



Probennahme mittels Bohrstock ab 30 cm bis 100 cm uGOK (Entnahmebereich A)

3.2. Laborarbeiten

Die nachfolgend erläuterte Vorgehensweise zur Analytik der Bodenproben wurde für alle Proben von der Eurofins Umwelt West GmbH im Zeitraum März 2017 bis April 2017 durchgeführt.

3.2.1. Bodenproben

Für die **flächenbezogene Abgrenzung** im Hinblick auf den **Wirkungspfad Boden-Mensch** wurden für die Depositionsbereiche von Bleischrot gezielt Metalle für die Bodentiefe 0-10 cm uGOK analysiert.

Weil die Schadstoffbelastung und -freisetzung aus den Quellhorizonten der Depositionsbereiche in der OU nachgewiesen wurde (IFUA 2015b), erfolgte im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Grundwasser in der DU die Analytik von Antimon, Arsen und Blei bzw. PAK zur **tiefenbezogenen Abgrenzung** gezielt für die Horizonte bzw. Schichten unterhalb der Schadstoffquelle bis maximal 100 cm uGOK (**Wirkungspfad Boden-Grundwasser**).

Die durchgeführte Analytik der Gesamtgehalte (Königswasser) von Antimon, Arsen und Blei (DIN EN 13657) gibt Aufschluss über mögliche Quellen von Schadstoffausträgern. Die Untersuchungen der Schadstofffreisetzung erfolgen im 2:1-Schüttelauflauge (DIN 19529). Ergänzend wird der pH-Wert (DIN ISO 10390) analysiert, um weitere Hinweise zur Mobilisierbarkeit und die mögliche Verlagerung von Metallen zu erhalten. Im Depositionsbereich mit Ablagerungen von Wurfscheibenresten wird der tiefenbezogenen

Ermittlung der Schadstoffquelle von PAK durch die Analyse des Gesamtgehaltes (DIN ISO 18287) nachgegangen⁶. Alle vorstehend genannten Analysen wurden nach dem Grundsatz der Gleichartigkeit der Probe an der Gesamtfraktion durchgeführt⁷.

Weitere Details zur Boden-Probennahme und Analytik durch die Eurofins Umwelt West GmbH sind in den Probennahmeprotokollen bzw. Prüfberichten in den Anlagen 1 und 2 dokumentiert. Der Prüfzeitraum vom Probeneingang bis zur Erstellung der Prüfberichte erstreckte sich vom 08.03.2017 bis 10.04.2017.

3.3. Bewertungsmaßstäbe

Für die Schießanlage Freudenberg-Lembeck wurde in der OU Handlungsbedarf im Hinblick auf die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Grundwasser festgestellt (vgl. Kapitel 2.3). Für diese sind nachfolgend die der DU zu Grunde liegenden Bewertungsmaßstäbe erläutert.

3.3.1. Wirkungspfad Boden-Mensch

Der Wirkungspfad Boden-Mensch ist von Relevanz, wenn Schadstoffe aus Wurfscheibenresten und/oder Bleischroten oral aufgenommen werden können. Eine andere Form der Aufnahme, wie das Einatmen (inhalativer Pfad), ist zwar von untergeordneter Bedeutung, jedoch bedingt möglich, wenn die Deponate oberflächennah auf oder im Boden verwittern und eine bodenbedeckende Vegetation fehlt.

Die Ableitung der Prüfwerte nach BBodSchV, die der Bewertung einer Gefährdung zugrunde liegen, bezieht sich auf das Szenario "spielende Kinder". Insofern ist die Gefährdung durch orale Aufnahme in diesem Sinne nur möglich, wenn "Unbefugte" die Depositionsbereiche ungehindert betreten können. Dies ist grundsätzlich gegeben, wenn die Depositionsbereiche nicht umzäunt sind oder wenn sich diese außerhalb einer Umzäunung befinden. In diesen Bereichen können Menschen mit Boden in Kontakt kommen, der Schadstoffe aufweist. Der Wirkungspfad wird verstärkt, wenn sich Verkehrsflächen (z.B. Wanderwege) in den Depositionsbereichen befinden.

⁶ Auf die Analytik mobiler PAK mittels 2:1-Säuleneeluat (DIN 19528) wurde verzichtet, weil die Analytik als Ergebnis für die PAK-Gehalte im Feststoff „nicht berechenbar“ ergab. Die Konzentrationen der einzelnen PAK lagen unter der Bestimmungsgrenze.

⁷ Die Grobbodenanteile erreichen maximal 10 %, so dass die Ergebnisse des Gesamtbodens auch die für den Feinboden zu erwartenden annähernd wiedergeben.

Andererseits wird berücksichtigt, ob Depositionsbereiche zwar potenziell zugänglich sind, dies aber im Regelfall auszuschließen ist, da beispielsweise kein ungehinderter Zugang besteht (z.B. Zugang für Passanten über Schranke möglich, ansonsten aber Umzäunung der Depositionsbereiche; Umzäunung mit zusätzlich angebrachten Warnschildern vorhanden, die Überwindung des Zaunes aber möglich; extrem dichte, dornenbewehrte Vegetation, Zugang für Passanten aber potenziell möglich). Trifft dieser Fall zu, so wird der Depositionsbereich als "unzugänglich" gewertet. Des Weiteren ist der Wirkungspfad Boden-Mensch nicht gegeben, wenn ausschließlich fachkundige Personen wie Schützen und Schießstandpersonal die Depositionsbereiche betreten können.

Für die Bewertung kommen demnach die **Prüfwerte** für die Nutzung als **Park-/Freizeitanlage** zur Anwendung, wobei spielende Kinder als Zielgruppe zu betrachten sind.

Die nachfolgend aufgeführten Bewertungsmaßstäbe werden angewandt:

- rechtsverbindliche Prüfwerte nach BBodSchV (1999) für Park-/ Freizeitanlagen (Probennahmetiefe: 0-10 cm uGOK⁸):
 - Arsen (Königswasser-Extraktion) = 125 mg/kg,
 - Blei (Königswasser-Extraktion) = 1.000 mg/kg,
 - Benzo(a)pyren (Gesamtgehalt) = 10 mg/kg

- orientierender Prüfwert-Vorschlag nach LABO (2008) für Park-/ Freizeitanlagen (Probennahmetiefe: 0-10 cm uGOK):
 - Antimon (Königswasser-Extraktion) = 250 mg/kg

Zum Vergleich ist darauf hinzuweisen, dass als **Hintergrundwerte** in Oberböden aus fluvioglazialen Ablagerungen unter Waldnutzung in Nordrhein-Westfalen für Blei **161 mg/kg** angegeben werden (LANUV 2015)⁹.

Werden die genannten Prüfwerte unterschritten, gilt der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung als ausgeräumt, außer es sind in der Grobbodenfraktion (≥ 2 mm) oder in der Humusaufgabe relevante Massenanteile von Wurfscheibenresten

⁸ unter Geländeoberkante

⁹ Die Angaben beziehen sich auf das 90.-Perzentil für ländliche Räume. Für Arsen wird der Wert mit 12 mg/kg angegeben. Für Antimon sind keine Angaben vorhanden.

und/oder Bleischrotten (>2 %; geschätzt über Flächenanteil) gemäß Probennahmeprotokoll nachgewiesen (vgl. Anlage 1).

3.3.2. Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Das Konzept der verbal-argumentativen Sickerwasserprognose (SIWAP) für die Schießanlage Freudenberg-Lembeck berücksichtigt, dass gemäß der OU eine Schadstofffreisetzung aus den Horizonten mit Bleischrot bzw. Wurfscheibenbeimengungen nachgewiesen wurde (IFUA 2015b). Eine weitergehende Betrachtung der vor Ort erkennbaren Schadstoffquellen ist deshalb nicht erforderlich. Bei der Betrachtung der Verlagerung der Schadstoffe sind die Merkmale der geringsten Transportstrecke im Lockergestein entscheidend. Diese leiten sich aus vorliegenden Dokumentationen¹⁰ und den Ergebnissen der Bohrstocksondierungen ab (Entnahmebereiche A und B).

Für die Bewertung wird berücksichtigt, dass die folgenden Umstände im Grundsatz die Schadstofffreisetzung oder/und den Transport zum Ort der Beurteilung (OdB; Übergang von der ungesättigten zur gesättigten Zone) begünstigen (LABO-ALA 2003):

- der Sd-Horizont¹¹ in den Depositionsbereichen ist bei <1 m uGOK nicht vorhanden ("Grundwasserdeckschicht"),
- die Staunässemerkmale in den Depositionsbereichen sind bei <4 dm uGOK zu erkennen oder die Obergrenze des Go-Horizontes¹² liegt bei ≤ 8 dm uGOK ("Schicht-/Grundwasserstand")¹³,
- der minimale kf-Wert¹⁴ der ungesättigten Bodenzone (Quellhorizont¹⁵ und Transportstrecke) in den Depositionsbereichen liegt bei >10⁻⁵ m/s ("Sickerwasserbildung"),
- der maximale pH-Wert in der ungesättigten Bodenzone (Quellhorizont und Transportstrecke) in den Depositionsbereichen der Bleischrote liegt bei < pH 5 ("Pb-Mobilität") oder bei > pH 6 ("As- und Sb-Mobilität")

¹⁰ vgl. Kapitel 4.1.4 "Naturraum, Bodenansprache und Schutzgebiete" (IFUA 2015b) und Kapitel 2.3.2 des vorliegenden Gutachtens.

¹¹ dichter, wasserstauer Horizont (typisch für Bodentyp Pseudogley)

¹² oxidierter grundwasserbeeinflusster Horizont (typisch für Bodentyp Gley)

¹³ Die gewählten Grenzen beziehen sich auf die Angaben in der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG Boden 2005).

¹⁴ gesättigte Wasserleitfähigkeit; aus Gründen der Vergleichbarkeit verschiedener Böden als Bezugsgröße auch in der ungesättigten Bodenzone verwendet.

¹⁵ Horizont(e) des Bodens und/oder der Humusaufgabe mit Beimengungen von Schrotten und/oder Wurfscheibenresten, aus denen Schadstoffe freigesetzt werden können.

- der (humose) Oberbodenhorizont (Mindestmächtigkeit >5 cm) ist in den Depositionsbereichen der Bleischrote nicht vorhanden ("As-, Pb- und Sb-Mobilität").

Auf Grundlage der Ergebnisse der Probennahme und Analytik wird für die Depositionsbereiche der Bleischrote und Wurfscheibenreste eine verbal-argumentative Sickerwasserprognose vorgenommen¹⁶. Diese dient der Abschätzung, inwieweit es zu erwarten ist, ob die Stoffkonzentration am Ort der Beurteilung (OdB) in einem absehbaren Zeitraum (Annahme: 50 Jahre; vgl. IFUA 2015a) die Prüfwerte nach BBodSchV überschreitet:

- Antimon = 10 µg/l
- Arsen = 10 µg/l
- Blei = 25 µg/l
- PAK (gesamt) = 0,2 µg/l (ohne Naphthalin)
- Naphthalin = 2 µg/l.

Der **Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung ist ausgeräumt** und es sind keine weiteren Untersuchungen zur Schadstofffreisetzung erforderlich, **wenn**

- die Quellkonzentration (2:1 Schüttel-/Säulenelution) am Ort der Probennahme (OdP)¹⁷ die am Ort der Beurteilung gültigen Prüfwerte unterschreitet oder
- die Stoffgehalte im Königswasser-Extrakt die Vorsorgewerte nach BBodSchV (1999) nicht "signifikant" überschreiten. Liegen die Stoffgehalte über den Vorsorgewerten, jedoch unterhalb der regionalen Hintergrundgehalte oder länderspezifischen Bewertungsschwellen, sind in der Regel ebenfalls keine weiteren Untersuchungen erforderlich (LABO 2008b).

Wird der am OdB gültige Prüfwert am OdP aber überschritten, besteht das Erfordernis einer verbal-argumentativen Sickerwasserprognose. Rechtliche Grundlage hierfür ist §4 der BBodSchV.

¹⁶ Im Regelfall ist der Ort der Beurteilung mit einfachen Mitteln nicht direkt zu beproben.

¹⁷ Der OdP entspricht der jeweiligen Probennahmetiefe.

4. Ergebnisse

Ziel der DU ist es, die in der OU für die Schießanlage Freudenberg-Lembeck (Abbildung 4) festgestellten schädlichen Bodenveränderungen wirkungspfadbezogen in der Fläche (Boden-Mensch) und in der Tiefe (Boden-Grundwasser) abzugrenzen.

Abbildung 4: Gelände der Schießanlage Freudenberg-Lembeck (Trap/Skeet/Rollhase)



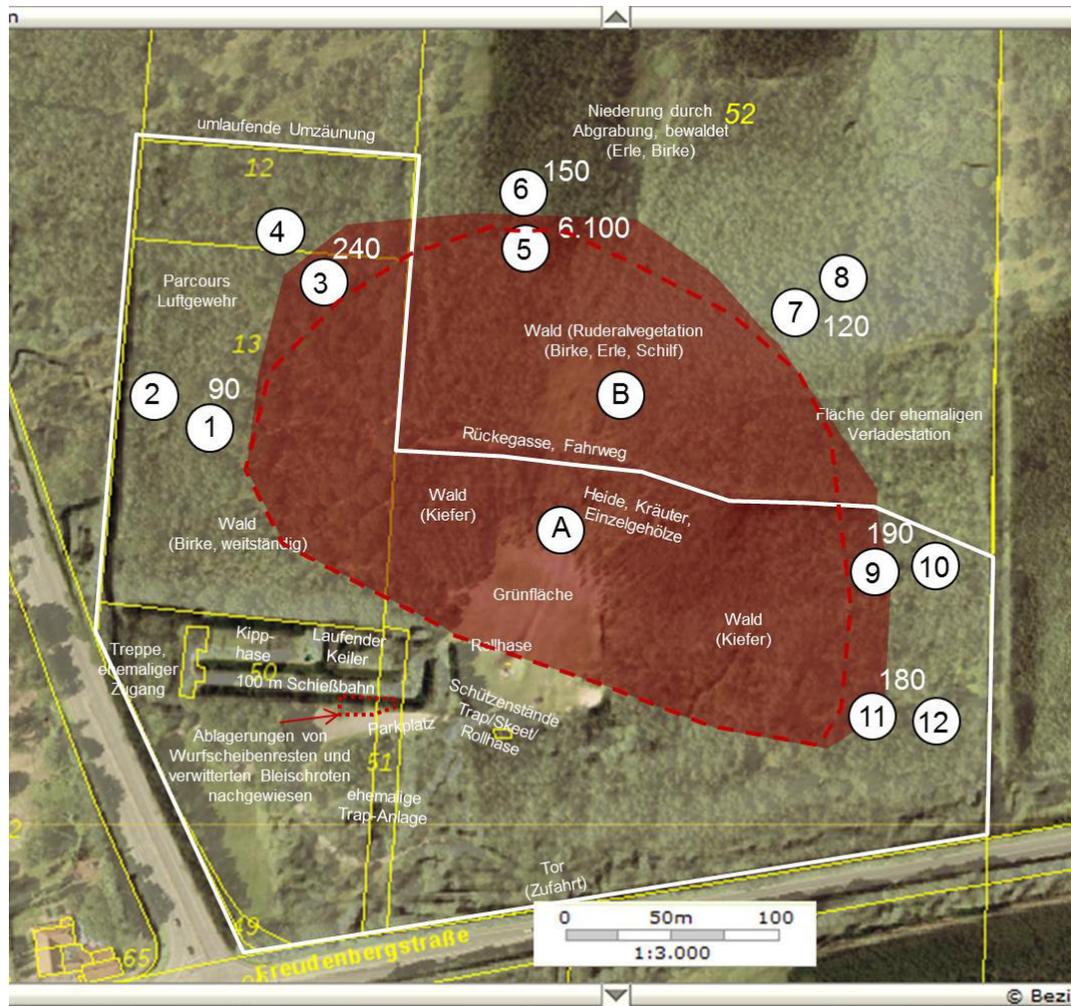
Anmerkung: Die betrieblichen Einrichtungen der Wurfscheibenschießanlage sind derzeit außer Betrieb.

Einleitend werden die Ergebnisse der flächenhaften analytischen Abgrenzung der Bodenbelastungen in Kapitel 4.1 erläutert. Für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser ist die Ergebnisdarstellung der vertikalen Abgrenzung mit verbal-argumentativer Sickerwasserprognose (SIWAP) in Kapitel 4.2 zu finden. Die auf Grundlage der DU gewonnenen Kenntnisse fließen in Empfehlungen zum weiteren Vorgehen ein (Kapitel 5).

4.1. Flächenbezogene Abgrenzung der Bodenbelastungen (Wirkungspfad Boden-Mensch)

In den visuell abgegrenzten Randbereichen der Depositionen von Bleischrot wurden Bodenuntersuchungen mit Analytik von Antimon, Arsen und Blei mit dem Ziel der Konkretisierung der Abgrenzung der Bodenbelastungen durchgeführt (Abbildung 5).

Abbildung 5: Flächenhafte Abgrenzung der durch Einträge von Bleischrot verursachten Bodenbelastungen für die Schießanlage Freudenberg-Lembeck



Quelle Kartengrundlage: TIM-online (2017) mit Nummern der Flurstücke

Anmerkung:

Zur äußeren Abgrenzung der Bleibelastungen des Mineralbodens (0-10 cm uGOK) dient der Hintergrundwert des Bleigehaltes für Oberböden bei Waldnutzung aus fluvioglazialen Ablagerungen in ländlichen Räumen (LANUV 2015) von 161 mg Pb/kg (Feinboden) (vgl. Kapitel 3.3.2). Die gestrichelte rote Linie umschließt den in der DU visuell abgegrenzten Bereich mit Bleischrotdepositionen und Blei-Gehalten von >1.000 mg/kg. Bei den Entnahmebereichen von Bodenproben ist der Bleigehalt (mg/kg) des Gesamtbodens angegeben. Für Antimon und Arsen sind die Gehalte der Entnahmebereiche Anlage 2 zu entnehmen. Mit steigendem Bleigehalt nehmen die Antimon- und Arsen-Gehalte tendenziell zu.

Die Ergebnisse der DU zeigen, dass die analytische Abgrenzung (rotbraune Fläche) nur Richtung Norden und Osten unwesentlich weiter reicht als die visuelle Abgrenzung bzw. Blei-Gehalte von >1.000 mg/kg (gestrichelte Umgrenzung). Der analytisch abgegrenzte Depositionsbereich deckt eine halbkreisförmige, von den Schützenpositionen maximal 210 m weit reichende Fläche ab (ca. 5 ha). Außerhalb dieser Entfernung liegen die Bleigehalte unter dem Hintergrundgehalt von etwa 160 mg Pb/kg. Die Analyseergebnis-

se der Metallgehalte (As, Pb, Sb) sind für die Entnahmebereiche 1 bis 12 in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Analyseergebnisse (Feststoff) des Oberbodens (0-10 cm uGOK) im Randbereich der Depositionen von Bleischrot der Schießanlage Freudenberg-Lembeck

Entnahmebereich	As (KW) (mg/kg)	Pb (KW) (mg/kg)	Sb (KW) (mg/kg)
1-1	11	90	1
3-1	19	240	2
5-2 ^a	57	6.100	130
6-1	15	150	3
7-1	28	120	2
9-1	3	190	4
11-1	12	180	3

KW = Königswasser-Extrakt; BG = Bestimmungsgrenze

^a 0-20 cm uGOK

Anmerkungen:

Es wurden in einem ersten Schritt gezielt die dem visuell abgegrenzten Depositionsbereich nächstgelegenen Entnahmebereiche analysiert. Im Einzelfall wurden in einem zweiten Analyseschritt weitere berücksichtigt. Deshalb enthält die Tabelle nicht für alle Entnahmebereiche auch Analyseergebnisse.

Die Analyseergebnisse sind unter Berücksichtigung von zwei signifikanten Stellen gerundet angegeben. Rot markierte Werte weisen auf eine Überschreitung von Hintergrundwerten hin (161 mg Pb/kg, 12,1 mg As/kg) (vgl. Kapitel 3.3.2). Die Analytik erfolgte am Gesamtboden ohne 2 mm Siebung. Die Anteile von Grobboden sind sehr gering (<10 %), so dass davon auszugehen ist, dass die Analyseergebnisse des Gesamtbodens auch auf den Feinboden übertragbar sind. Die Probennahmeprotokolle sind in Anlage 1 enthalten. Die Lage der Entnahmebereiche ist Abbildung 2 zu entnehmen.

Die Entnahmebereiche 6, 7, 9 und 11 liegen im Randbereich der Bleischrotdepositionen (3-28 mg As/kg, 120-240 mg Pb/kg). Der Entnahmebereich 5-2 an der Böschung zur ehemaligen Sandabgrabung befindet sich noch im Depositionsbereich der Bleischrote. Unmittelbar nördlich angrenzend fallen die Belastungen jedoch auf das Niveau der Hintergrundwerte (Entnahmebereich 6-1).

Ursächlich für die großflächige Ausdehnung der Schadstoffbelastungen sind vermutlich neben dem Richtung Norden zur ehemaligen Sandabgrabung abfallenden Gelände und der Beeinflussung durch die Einrichtungen der Trap-, Skeet- und Rollhasenanlage auch die Verschleppung durch flächenhaft brechendes Wild.

Während der Untersuchungen wurde seitens des Auftraggebers darauf hingewiesen, dass vermutlich ehemals eine Trap-Schießanlage südlich der Umwallung der Büchsen-Schießbahnen vorhanden war. Hinweise dazu leiten sich aus dem Luftbild von 1975 ab (Abbildung 6). Nach Aufgabe dieses Standortes wurden die Einrichtungen zurückgebaut und als Parkplatz genutzt. Bei der gezielten Ortsbegehung konnten lediglich am

südlichen Hang der Umwallung vereinzelt oberflächennah Ablagerungen von Wurf-
scheibenresten, Schrotbeuteln und Bleischroten festgestellt werden¹⁸. Inwieweit deren
Herkunft direkt auf den ehemaligen Schießbetrieb zurückgeht oder ob es sich um Bei-
mengungen durch Baumaßnahmen an der Umwallung handelt, ist derzeit unklar.

Abbildung 6: Auszug aus dem Luftbild von 1975 für die Schießanlage Freudenberg-Lembeck (ohne Maßstab)



Anmerkungen:

Rot markiert ist der vermutete Bereich der ehemaligen Trap-Schießanlage. Bereitstellung des Luftbildes durch die UBB
Wesel am 17.02.2017.

4.2. Tiefenbezogene Abgrenzung der Bodenbelastungen (Wirkungspfad Boden-Grundwasser)

Für die verbal-argumentative SIWAP sind die naturräumlichen Voraussetzungen in Ka-
pitel 4.2.1 erläutert. Die bodenbezogenen Merkmale und die Eigenschaften des Unter-
grundes wurden im Bereich der Kernzonen mit Ablagerungen von Bleischroten
und/oder Wurfscheibenresten aufgenommen (Entnahmebereiche A und B; vgl. Abbil-
dung 2).

¹⁸ Bodenprobennahmen und eine räumlich-analytische Abgrenzung sind wie mit der UBB Wesel und dem Auftragge-
ber vereinbart nicht Gegenstand der DU.

4.2.1. Naturräumliche Voraussetzungen

Das Gelände der Schießanlage liegt im **Naturraum** des Tertiärs des westlichen Münsterlandes (Halturner Schichten). Die Morphologie ist als wellig bis eben zu beschreiben. Die tertiäre Hochfläche erhebt sich auf mehr als 60 m üNN und wird von Fließgewässern in Nord-Süd streichende Geländerrücken zertalt. Die zwischengeschalteten Talniederungen entwässern nach Süden in Richtung der Lippeaue (ca. 30 m üNN). Der Bereich der Schießanlage befindet sich auf einem weitläufigen Geländerrücken mit Geländehöhen von 62 m üNN bis 65 m üNN und weist geringe Reliefenergie auf.

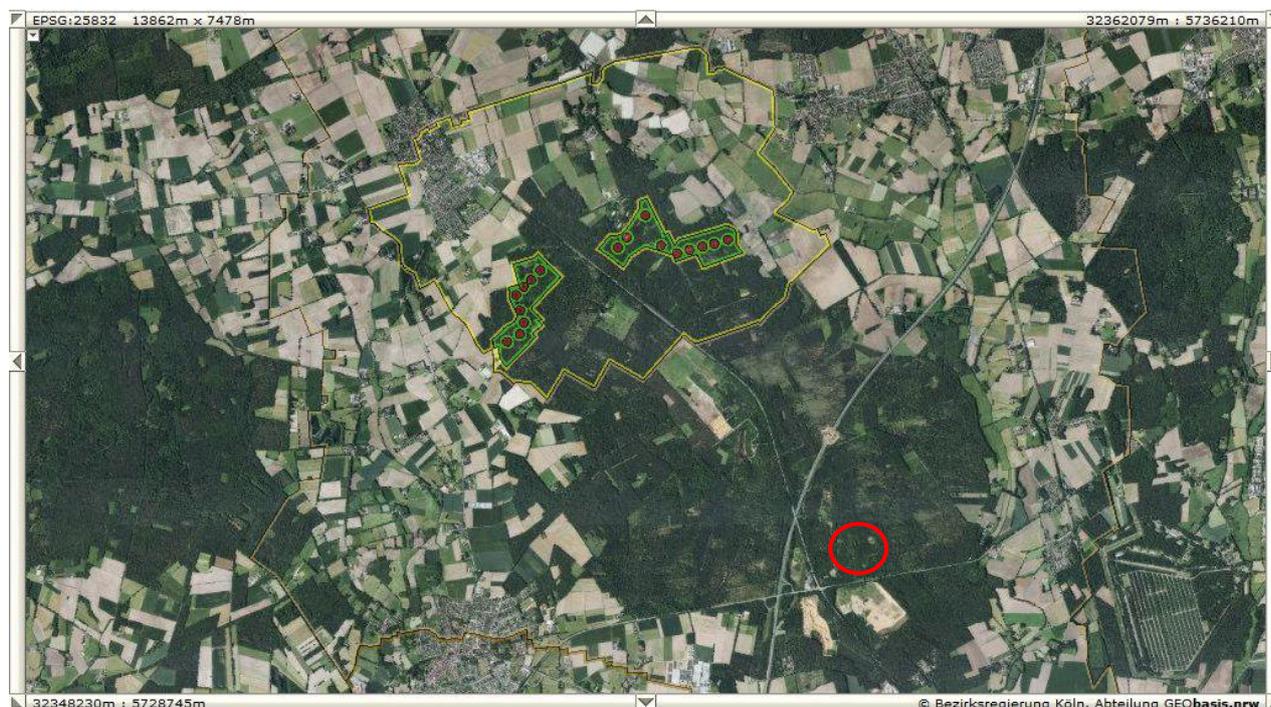
Im nördlichen Randbereich der Schießanlage sind **quartäre Ablagerungen** aus Flugsanddecken über den flächenhaft verbreiteten kretazischen Sanden (Halturner Schichten) verbreitet. Kiesig-sandige Ablagerungen der östlichen jüngeren Hauptterrasse des Rheins (Pleistozän) schließen sich südlich und ebenfalls nördlich des Einflussbereiches der Schießanlage an (Geologische Karte 1:100.000, C 4306 Recklinghausen). In diesen Bereichen befinden sich rekultivierte ehemalige, aber auch noch betriebene Tagebaue (Trockenbaggerung von Kies/Sand)¹⁹. Deren Basis liegt auf einem Geländeniveau von ca. 40 m üNN.

Im Einflussbereich der Schießanlage sind laut Bodenkarte (1:50.000, L 4306 Dorsten, 1985) flächenhaft offene und verfüllte Abgrabungen verbreitet. Naturgemäß und im umgebenden Bereich dominieren die **Bodentypen** Podsol und Braunerde mit ihren Übergängen. Im Einflussbereich der Schießanlage besteht das Ausgangsmaterial der Bodenbildung aus carbonatfreiem bis carbonatarmem, verkipptem Lockergestein mit Feinboden aus mittel- bis grobsandigem Reinsand. Oberflächennah sind Beimengungen von Wurfscheibenresten, z.T. aus kalkhaltigem Steinmehl, und/oder Schrotten zu finden, so dass neben Regosolen örtlich Pararendzinen auftreten. Unter diesem Bodenauftragsgemenge ist der fossile Oberboden erhalten (IIfAh-Horizont), der den Schichtwechsel zu dem natürlichen Untergrund markiert (II-Horizonte). Die Humusaufgaben (L-, Of-Horizonte) und humosen Oberböden (Ah-Horizonte) enthalten in den Depositionsbereichen teilweise extrem stark grusige bis kiesige Grobbodenanteile aus Wurfscheibenresten und/oder Schrotten (yC-Übergangshorizonte) (Tabelle 4 und Tabelle 5).

¹⁹ Historische Karten liegen der UBB Kreis Wesel hierzu vor.

Zur Abgrenzung von **Schutzgebieten** kann auf die von der UBB Wesel zur Verfügung gestellte Aktenlage und die TIM-Online-Kartenwerke zurückgegriffen werden. Die Depositionsbereiche der Wurfscheibenreste und Schrote befinden sich flächenhaft in der Wasserschutzzone (WSZ) IIIb "Holsterhausen/Ürfter Mark". Die WSZ II und die Trinkwasserfassungsanlagen mit ihren WSZ I befinden sich ca. 4 km nordwestlich der Depositionsbereiche Richtung der Ortslage Erle (Abbildung 7). Die WSZ IIIc befindet sich etwa 2 km südlich der Depositionsbereiche in südlicher Richtung bei der Ortslage Holsterhausen zur Lippe hin (Abbildung 8).

Abbildung 7: Grenzverläufe der Wasserschutzzonen "Holsterhausen/Ürfter Mark" und der Depositionsbereiche der Schießanlage "Freudenberg-Lembeck" (Nordteil)



Anmerkungen: Quelle TIM-Online NRW 2015, festgesetzte Wasserschutzzonen (gelb: WSZ III, grün: WSZ II, rot: WSZ I; roter Kreis: Depositionsbereiche Schießanlage)

Abbildung 8: Grenzverläufe der Wasserschutzzonen "Holsterhausen/Ürfter Mark" südlich der Depositionsbereiche der Schießanlage "Freudenberg-Lembeck" (Südteil)



Anmerkungen: Quelle TIM-Online NRW 2015, festgesetzte Wasserschutzzonen (gelb: WSZ III, grün: WSZ II, rot: WSZ I; roter Kreis: Depositionsbereiche Schießanlage)

Der **Grundwasserflurabstand** (GWFA) beträgt 23,90 m bis 26,40 m uGOK. Die Mächtigkeit der Transportstrecke von der Untergrenze der Quellhorizonte bis zum OdB weicht hiervon nur unwesentlich ab, da Wurfscheibenreste und/oder Bleischrote maximal 15 cm uGOK beigemischt sind (vgl. IFUA 2015b).

Die **Grundwasserfließrichtung** ist bezogen auf die im Umkreis von ca. 1,5 km vorhandenen Messstellen nach Süden und auf die westlich und östlich des Geländerrückens in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Tallinien gerichtet²⁰. Die Trinkwasserbrunnen des Wasserwerkes "Ürfter Mark" befinden sich nördlich der Schießanlage in entgegengesetzter Richtung.

4.2.2. Sickerwasserprognose

Die nachgewiesenen Bodenbelastungen stellen eine Quelle für den Schadstoffaustrag mit dem Sickerwasser dar (IFUA 2015b). Die SIWAP stützt sich auf die verbalargumentative Abschätzung mit nachfolgend erläuteter tiefenbezogener analytischer

²⁰ Hygris-C-Grundwasserdatenbank; GWMS-LGD-nr. 063001093, 043001130, 043001166, 043001269, 043001270; durchschnittliche Grundwasserstände Winter 1982 und 2012 (LANUV NRW 2014c)

Abgrenzung der Schadstoffgehalte und -verlagerung und andererseits auf die vorliegenden naturräumlichen Gegebenheiten (Kapitel 4.2.1).

Wie aus Tabelle 4 und Tabelle 5 hervorgeht, sind in den Depositionsbereichen unter den Ablagerungen von Wurfscheibenresten und/oder Bleischroten Braunerden (Horizontabfolge: Ah/Bv/Cv) verbreitet. Der Entnahmebereich A befindet sich im Depositionsbereich von Bleischrot und Wurfscheibenresten im verheideten Übergang von der Grünfläche zum Waldbestand. Der Entnahmebereich B liegt in Trap-Hauptschussrichtung in einem vernässten aufgelichteten Birken-Erlen-Bestand.

Tabelle 4: Übersicht der Bodeneigenschaften der Transportstrecke im Unterboden und Untergrund der Schießanlage Freudenberg-Lembeck (Entnahmebereich A)

Horizont-symbol (Probe)	PN-Tiefe (cm uGOK)	Bodenart (Feinboden) ^a	Grobbo-denanteil (Vol.-%)	Humus-Anteil ^b (Masse-%)	pH-Wert (CaCl ₂)	Bemerkungen
Entnahmebereich A						
Bodenform: Techno-Pararendzina aus Wurfscheibenrest-Bleischrot-Gemenge über Braunerde aus glazifluvialtem Sand						
Standortmerkmale: verheideter Waldbestand (Birke, Kiefer, horstartig Heide); Schrotschur und Vernarbungen der Borke; Bleischrote und Wurfscheibenreste an GOK (Flächenanteil 75-100 %); nicht geneigt, wellig (63,30 m üNN) (Hochwert: 5731983 / Rechtswert: 3357252) ^c						
yC-Ah (A-1/26)	0-10	schwach schluffiger Sand (Su2)	25-50	2-<4	6,9 ^d	Probennahme mittels Schurf; Beimengungen von Bleischrot und Wurfscheibenresten (siehe Grobboden); sehr carbonatarm
lIfAh (A-2/27)	10-15	reiner Sand (Ss) (mittelsandiger Grobsand)	2-10	1-<2	n.b.	Probennahme mittels Schurf; Beimengungen von Bleischrot und Wurfscheibenresten (siehe Grobboden); sehr carbonatarm
Bv1 (A-3/28)	15-30	reiner Sand (Ss) (mittelsandiger Grobsand)	<2	<1	7,0	Probennahme mittels Schurf; carbonatfrei
Bv2 (A-4/29)	30-50	reiner Sand (Ss) (mittelsandiger Grobsand)	<2	0	7,2	Probennahme mittels Bohrstock; carbonatfrei
Bv3 (A-5/30)	50-100	reiner Sand (Ss) (mittelsandiger Grobsand)	<2	0	4,3	Probennahme mittels Bohrstock; carbonatfrei

n.v. = nicht vorhanden; k.A. = keine Angaben; n.b. = nicht bestimmt

^a Fingerprobe;

^b Umrechnung auf TOC-Anteil (Masse-%) mit dem Faktor „ : 1,72“ (AG Boden 2005)

^c Gauß-Krüger-Koordinaten

^d gemäß Bodenansprache der OU (IFUA 2015b)

Tabelle 5: Übersicht der Bodeneigenschaften der Transportstrecke im Unterboden und Untergrund der Schießanlage Freudenberg-Lembeck (Entnahmebereich B)

Horizont-symbol (Probe)	PN-Tiefe (cm uGOK)	Bodenart (Feinboden) ^a	Grobbo-denanteil (Vol.-%)	Humus-Anteil ^b (Masse-%)	pH-Wert (CaCl ₂)	Bemerkungen
Entnahmebereich B						
Bodenform: Kolluvisol aus humosem Bodenmaterial über fossiler Braunerde aus glazifluvialtem Sand						
Standortmerkmale: aufgelichteter Waldbestand (Birke, Erle; Moos, Gräser, Schilf); vernässt; Bleischrote an GOK (Flächenanteil 2-10 %); sehr schwach geneigt, eben-wellig (64,50 m üNNH) (Hochwert: 5732053 / Rechtswert: 3357283) ^c						
Aa (B-1/31)	0-10	Humus und schwach schluffiger Sand (Su2)	10-25	15-<30	5,6 ^d	Probennahme mittels Schurf; Beimengungen von Bleischrot und Bergematerial (Karbonsandstein) (siehe Grobboden); carbonatfrei
Ah (B-2/32)	10-30	schwach schluffiger Sand (Su2)	2-10	2-<4	4,0	Probennahme mittels Schurf; carbonatfrei
jM (B-3/33)	30-50	schwach schluffiger Sand (Su2) ^e	2-10	1-<2	4,3	Probennahme mittels Schurf; carbonatfrei
IlfBv (B-4/34)	50-100	reiner Sand (Ss) (mittelsandiger Grobsand)	2-10	1-<2	4,2	Probennahme mittels Bohrstock; carbonatfrei

n.v. = nicht vorhanden; k.A. = keine Angaben; n.b. = nicht bestimmt

^a Fingerprobe;

^b Umrechnung auf TOC-Anteil (Masse-%) mit dem Faktor „ : 1,72“ (AG Boden 2005)

^c Gauß-Krüger-Koordinaten

^d gemäß Bodenansprache der OU (IFUA 2015b)

^e mittelsandiger Grobsand

Der Oberboden und die Humusaufgabe enthalten in den Depositionsbereichen Beimengungen aus Wurfscheibenresten und/oder Bleischroten (IFUA 2015b und Anlage 1). In diesen **Quellhorizonten** treten erhöhte Metall- und/oder PAK-Gehalte auf (80-270 mg As/kg, 15.000-46.000 mg Pb/kg, 310-1.900 mg Sb/kg, 410 mg PAK/kg) (Tabelle 6). Über die Tiefe nehmen diese sprunghaft ab (<35 mg As/kg, <250mg Pb/kg, ≤1 mg Sb/kg, PAK < Bestimmungsgrenze). Bei Blei wird spätestens ab 50 cm uGOK der Hintergrundwert für Unterböden²¹ unterschritten (LABO 2003).

Der Tiefengradient des pH-Wertes zeigt, dass im Überlagerungsbereich von Bleischrot und Wurfscheibenresten (Entnahmebereich A) neutrale bis alkalische pH-Werte bis 50 cm uGOK auftreten. Ab >50 cm uGOK fallen diese sprunghaft in den stark sauren Bereich (pH 4,0-4,3), der in den Böden, die nur oberflächennah Beimengungen von Bleischrot aufweisen (Entnahmebereich B), bereits ab 10 cm uGOK auftritt.

²¹ Für Unterböden aus Sanden ohne Differenzierung nach Nutzung und Region gilt ein 90-Perzentilwert für den Bleigehalt von 12 mg/kg.

Tabelle 6: Analyseergebnisse (Feststoff) in den Hauptdepositionsbereichen der Schießanlage Freudenberg-Lembeck

Entnahmebereich	Probenbezeichnung	PN-Tiefe (cm uGOK)	As (KW) (mg/kg)	Pb (KW) (mg/kg)	Sb (KW) (mg/kg)	PAK ^b (mg/kg)	Naphthalin (mg/kg)	pH-Wert (CaCl ₂)
Heide angrenzend an Grünfläche (A) (Wurfscheibenreste und Bleischrot)	OU, Standort 3 (IFUA 2015b) ^a	0-10	81	15.000	310	410	10	6,9
	A-3	15-30	9	9	1	<BG	<BG	7,0
	A-4	30-50	7	7	<BG	<BG	<BG	7,2
	A-5	50-100	6	4	<BG	<BG	<BG	4,3
Birken-Erlenwald in Trap-Hauptschussrichtung (B) (Bleischrot)	OU, Standort 5 (IFUA 2015b) ^{a,b}	0-10	270	46.000	1.900	n.a.	n.a.	5,6
	B-2	10-30	33	230	1	n.a.	n.a.	4,0
	B-3	30-50	19	32	<BG	n.a.	n.a.	4,3
	B-4	50-100	31	11	<BG	n.a.	n.a.	4,2

(vgl. Anlagen 1 und 3)

^a Quellhorizont mit bei Bodenansprache bzw. analytisch in der OU nachgewiesenen schadstoffhaltigen Beimengungen von Bleischrot und/oder Wurfscheibenresten (IFUA 2015b). Analytik in diesem Zusammenhang bei DU nicht erforderlich.

^b PAK-gesamt ohne Naphthalin

^c Der bei der DU ausgewählte Entnahmebereich liegt ca. 20 m östlich von Standort 5 der OU

KW = Königswasser-Extrakt; n.a. = nicht analysiert; BG = Bestimmungsgrenze; OU = Orientierende Untersuchung

Anmerkungen: Die Analyseergebnisse sind unter Berücksichtigung von zwei signifikanten Stellen gerundet angegeben. Die Analytik erfolgte am Gesamtboden ohne 2 mm Siebung.

In Abhängigkeit des pH- Milieus überschreiten die Konzentrationen von Antimon und Blei örtlich bis maximal 30 cm uGOK die am OdB gültigen Prüfwerte (Tabelle 7). Ab 30 cm uGOK fallen die Konzentrationen auf <10 µg/l. Ab 50 cm uGOK sind keine Pb- oder Sb-Konzentrationen mehr bestimmbar. Es ist nicht anzunehmen, dass in einem absehbaren Zeitraum von 50 Jahren die Antimon- oder Blei-Konzentration den am OdB gültigen Prüfwert von 10 µg Sb/l bzw. 25 µg Pb/l überschreiten.

Seitens des Auftraggebers wurden ergänzende Untersuchungen des Wassers vorgenommen, das aus einem **Brunnen zur Eigenwasserversorgung** stammt. Dieser befindet sich westlich des Gebäudes des Schützenstandes der Büchsen-Schießbahn (Vereinsheim). Laut des Prüfberichtes (Anlage 3) fand die Wasserentnahme an der „Zapfstelle: Vereinsheim/WC“ durch Mitarbeiter der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) NRW am 08.02.2017 statt.²² Für die relevanten Metalle ergaben sich Konzentrationen von 3 µg As/l, 2 µg Pb/l und <2 µg Sb/l sowie 3 ng PAK/l (Anlage 3). Aus dem Prüfbericht der LUFA NRW lassen sich folglich keine

²² Die Geringfügigkeitsschwellenwerte nach LAWA (2016) können deshalb nicht als Bewertungsmaßstab herangezogen werden.

durch den Eintrag von Schadstoffen aus dem Schießbetrieb bedingten Verunreinigungen des Grundwassers ableiten²³.

Tabelle 7: Analyseergebnisse (Eluat) in den Depositionsbereichen der Schießanlage Freudenberg-Lembeck

Entnahmebereich	Probenbezeichnung	PN-Tiefe (cm uGOK)	As (µg/l) ^b	Pb (µg/l) ^b	Sb (µg/l) ^b	PAK ^b (µg/l)	Naphthalin (µg/l)
Heide angrenzend an Grünfläche (A) (Wurfscheibenreste und Bleischrot)	OU, Standort 3 (IFUA 2015b) ^a	0-10	36	250	530	4,1	0,8
	A-3	15-30	4	4	15	n.a.	n.a.
	A-4	30-50	<BG	<BG	9	n.a.	n.a.
	A-5	50-100	<BG	<BG	<BG	n.a.	n.a.
Birken-Erlenwald in Trap-Hauptschussrichtung (B) (Bleischrot)	OU, Standort 5 (IFUA 2015b) ^{a,b}	0-10	57	3.700	930	n.a.	n.a.
	B-2	10-30	<BG	63	6	n.a.	n.a.
	B-3	30-50	<BG	6	<BG	n.a.	n.a.
	B-4	50-100	<BG	<BG	<BG	n.a.	n.a.

(vgl. Anlagen 1 und 3)

^a Quellhorizont mit bei Bodenansprache nachgewiesenen schadstoffhaltigen Beimengungen von Bleischrot und/oder Wurfscheibenresten (IFUA 2015b). Analytik in diesem Zusammenhang bei DU nicht erforderlich.

^b PAK-gesamt ohne Naphthalin

n.a. = nicht analysiert; BG = Bestimmungsgrenze; OU = Orientierende Untersuchung

Anmerkungen: Die Analyseergebnisse sind unter Berücksichtigung von zwei signifikanten Stellen gerundet angegeben. Die Analytik erfolgte am Gesamtboden ohne 2 mm Siebung. Die aufgelisteten Bodenanalyse-Ergebnisse berücksichtigen die Schichten bzw. Horizonte unterhalb der Schadstoffquelle mit im Gelände vorgefundenen Beimengungen von Bleischrot bzw. Wurfscheibenresten. Rot markierte Werte weisen auf eine Überschreitung der am OdB gültigen Prüfwerte hin.

Fazit

Die Tiefenverlagerung der Schadstoffe ist analytisch nur bis 30 cm uGOK nachzuweisen. Gemäß der verbal-argumentativen SIWAP ist der Gefahrenverdacht nicht erhärtet. Es ist auf Grund der Merkmale der Böden in den Depositionsbereichen nicht anzunehmen, dass in einem absehbaren Zeitraum von 50 Jahren die Antimon- bzw. Blei-Konzentrationen den am OdB gültigen Prüfwert von 10 µg Sb/l bzw. 25 µg Pb/l überschreiten.

²³ Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass der Grenzwert der Trinkwasserverordnung für coliforme Keime überschritten wurde.

5. Zusammenfassung mit Schlussfolgerungen

Für die Schießanlage "Freudenberg-Lembeck" wurde im Auftrag des Hegerings Herrlichkeit Lembeck und Dorsten e.V. eine Detailuntersuchung (DU) für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Grundwasser nach den Grundsätzen des BBodSchG / BBodSchV durchgeführt. Hierzu wurde die flächen- und tiefenbezogene Abgrenzung der Bodenbelastungen ermittelt.

Im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Mensch ergab die **flächenbezogene analytische Abgrenzung** der Bodenbelastungen durch Bleischrot, dass sich diese über eine Fläche von ca. 5 ha ausdehnt. Diese vergleichsweise große Fläche ist bedingt durch Ablagerungen von Bleischrot aus dem Betrieb der Trap-, Skeet- und Rollhasenanlage sowie Verschleppungen von Bodenbelastungen durch Wild. Die belasteten Teilflächen sind derzeit öffentlich zugänglich. Es ist zu empfehlen, den ungehinderten Zugang zu den belasteten Flächen durch eine Umzäunung zu verhindern. Hierzu hat der Auftraggeber bereits Angebote für die Errichtung einer entsprechenden Umzäunung eingeholt. Sollte die Wiederaufnahme des derzeit ruhenden Schießbetriebes erfolgen, besteht das Erfordernis, die Böden im Bereich des Parkplatzes im vermuteten Einflussbereich der ehemaligen Trap-Schießanlage hinsichtlich möglicher Schadstoffbelastungen räumlich-analytisch abzugrenzen und ggf. belastetes Bodenmaterial zu entsorgen. Hintergrund ist, zu verhindern, dass bei Parkplatznutzung durch die Fahrzeuge belastetes Bodenmaterial auf öffentliche Straßen gelangt und zeitweilig auch nicht fachkundige Personen Zugang haben können.

Die **tiefenbezogene analytische Abgrenzung** zeigt eine sprunghafte Abnahme der Feststoff-Gehalte von Antimon (>300 mg/kg), Arsen (>80 mg/kg) und Blei (≥ 15.000 mg/kg) in den oberflächennahen Horizonten bis auf <35 mg/kg für Arsen und Blei. Der Antimon-Gehalt liegt unter der Bestimmungsgrenze.

Im Hinblick auf die Mobilität der Metalle und PAK ist nur für Antimon und Blei eine Tiefenverlagerung festzustellen. Auf Grund der stark sauren pH-Werte des Bodens im Bereich der Bleischrotdepositionen fallen die mobilen Blei-Konzentrationen erst ab 30 cm uGOK auf geringe Werte von ≤ 10 µg/l. Dagegen ist im Depositionsbereich von (kalkhaltigen) Wurfscheibenresten und Bleischrot bei neutralem pH-Milieu eine Tiefenverlagerung von Antimon zu beobachten. Die

Konzentration von 10 µg Sb/l wird aber auch hier ab 30 cm uGOK unterschritten. Die große, eisenoxidhaltige Transportstrecke von >10 m lässt keine weitergehende Tiefenverlagerung von Metallen erwarten, die in einem absehbaren Zeitraum zu einer Überschreitung der am OdB gültigen Prüfwerte führt.

Im Falle der Wiederaufnahme des Schießbetriebes in der Art und Weise, wie dies vor der vorläufigen außer Betriebnahme der Fall war, ist keine Änderung der in der Detailuntersuchung getroffenen Sachlage und Bewertung zu erwarten.

Im Vorfeld der Umsetzung von Maßnahmen sollte das weitere Vorgehen mit den zuständigen Behörden des Kreises Wesel vor dem Hintergrund des Regelablaufs der BBodSch-Gesetzgebung abgestimmt werden.

Das vorliegende Gutachten wurde unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Gutachterliche Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die dokumentierten Anknüpfungstatsachen, Prüfgegenstände und Untersuchungsergebnisse.

Bielefeld, den 22.05.2017


Dr. Dietmar Barkowski
(Dipl.-Chem.)





Dr. Lutz Makowsky
(Dipl.- Geogr.)

6. Literatur

AG Boden (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung.- 5. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

BBodSchG (1998): Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt durch Artikel 5 Absatz 30 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert <<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschg/gesamt.pdf>> (Zugriff: 23.03.2015)

BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt durch Artikel 5, Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert <<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschr/gesamt.pdf>> (Zugriff: 23.03.2015)

DIN 19529 (2009): Elution von Feststoffen - Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorganischen Stoffen mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg, Beuth Verlag, Berlin

DIN ISO 18287 (2006): Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) - Gaschromatographisches Verfahren mit Nachweis durch Massenspektrometrie (GC-MS).- Beuth Verlag, Berlin

DIN ISO 10390 (2005): Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des pH-Wertes, Beuth Verlag, Berlin (Anmerkung: Dokument zurückgezogen, empfohlen wird DIN EN 15933:2012-11)

EN ISO 14688 (2002): Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung.- Beuth Verlag, Berlin

IFUA (Institut für Umwelt-Analyse Projekt GmbH) (2015a): In Betrieb befindliche jagdlich genutzte Schießanlagen in NRW - Orientierungsuntersuchung nach den Grundsätzen des BBodSchG / der BBodSchV - Statusbericht.- Auftraggeber Kreis Wesel stellvertretend für die beteiligten Kreise, Gutachten IFUA Projekt-GmbH, Bielefeld

IFUA (Institut für Umwelt-Analyse Projekt GmbH) (2015b): In Betrieb befindliche jagdlich genutzte Schießanlagen in NRW (Stufe 3) - hier: Schießanlage Freudenberg-Lembeck (Kreis Wesel)- Orientierungsuntersuchung nach den Grundsätzen des BBodSchG / der BBodSchV.- Auftraggeber Kreis Wesel, Gutachten IFUA Projekt-GmbH, Bielefeld

- IFUA (Institut für Umwelt-Analyse Projekt-GmbH) (2015c): Untersuchungen zur Resorptionsverfügbarkeit von Antimon, Arsen und Blei.- Im Auftrag des AAV NRW (Verband für Flächenrecycling und Altlastensanierung), Hattingen
- LABO (Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)) (2008): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten - Informationsblatt für den Vollzug.-
<http://www.lanuv.nrw.de/altlast/pdf/LABO_Pruefwertvorschlaege.pdf> (Zugriff: 23.01.2017)
- LABO (Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)) (2003): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden.- 3. Auflage.- <https://www.labo-deutschland.de/documents/LABO-HGW-Text_4e3.pdf> (Zugriff: 18.04.2017)
- LABO-ALA (Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) / Altlastenausschuss (ALA)) (2008): Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen, <https://www.labo-deutschland.de/documents/Ah_Du_1208_732_8fa.pdf> (Zugriff: 24.03.2015)
- LABO-ALA (Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) / Altlastenausschuss (ALA)) (2003): Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen <https://www.labo-deutschland.de/documents/SiWaPrognose-120903_91f.pdf> (Zugriff: 23.03.2015)
- LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) (2015): Hintergrundwerte für Schadstoffgehalte in Böden – Aktualisierung der Werte und Karten für Nordrhein-Westfalen.- LANUV-Fachbericht 66, Recklinghausen
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2016): Ableitung von Geringfügigkeitschwellenwerten für das Grundwasser.- Aktualisierte und überarbeitete Fassung <http://www.lawa.de/documents/Geringfuegigkeits_Bericht_Seite_001-028_6df.pdf> (Zugriff: 02.05.2017)
- TIM-online (Topographisches Informationsmanagement Nordrhein-Westfalen): <<http://www.tim-online.nrw.de/tim-online/nutzung/index.html>> (Zugriff: 18.04.2017)