



**Prof. Biener |  
Sasse | Konertz**

**Partnerschaft  
Beratender Ingenieure  
und Geologen mbB**

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück**

### **Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes**

erstellt im Auftrag der

**Stadt Osnabrück  
Fachbereich Städtebau**

durch

**Umtec  
Prof. Biener | Sasse | Konertz  
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB**

im November 2015

Partner  
**Prof. Dr.-Ing. Ernst Biener  
Dipl.-Ing. Torsten Sasse  
Dr. Klaus Konertz**

Westerbreite 7  
49084 Osnabrück  
Telefon  
0541 97 78 250  
Telefax  
0541 97 78 259  
info@umtec-partner.de  
www.umtec-partner.de

# **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes**

## **Inhaltsverzeichnis**

| Kapitel |                                                                         | Seite |
|---------|-------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1       | Veranlassung                                                            | 1     |
| 2       | Mitwirkende                                                             | 2     |
| 3       | Unterlagen                                                              | 2     |
| 4       | Standortidentifikation                                                  | 3     |
| 4.1     | Grundstückssituation                                                    | 3     |
| 4.2     | Geologisch-hydrologischer Überblick                                     | 3     |
| 4.3     | Bisherige Untersuchungen                                                | 4     |
| 5       | Beschreibung der rückzubauenden Anlagen                                 | 5     |
| 5.1     | Gebäude 106, Gashütte                                                   | 5     |
| 5.2     | Gebäude 114 (Hundehaus)                                                 | 7     |
| 5.3     | Anlage 105 (Hindernisbahn)                                              | 9     |
| 5.4     | Schleppseiltestanlage                                                   | 10    |
| 5.5     | Munitionslager                                                          | 11    |
| 5.6     | Schießplatz                                                             | 12    |
| 6       | Untersuchungsergebnisse der Bausubstanz                                 | 13    |
| 6.1     | Asbest                                                                  | 14    |
| 6.2     | Künstliche Mineralfasern (KMF)                                          | 14    |
| 6.3     | PCB / Quecksilber                                                       | 15    |
| 6.4     | Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)                      | 16    |
| 6.5     | Schwermetalle                                                           | 17    |
| 6.6     | Holzschutzmittel / behandeltes Holz                                     | 17    |
| 6.7     | Sonstige material- und nutzungsbedingte Kontaminationen der Bausubstanz | 18    |
| 7       | Orientierungsuntersuchung Schießplatz                                   | 19    |
| 7.1     | Durchgeführte Untersuchungen                                            | 19    |
| 7.2     | Untergrundverhältnisse                                                  | 20    |
| 7.3     | Ergebnisse der chemischen Analyse                                       | 21    |
| 7.3.1   | Bewertungskriterien                                                     | 21    |
| 7.3.2   | Ergebnisse der Feststoffanalysen                                        | 22    |
| 7.3.3   | Computergestützte Sickerwasserprognose mit ALTEX 1-D                    | 23    |
| 7.3.3.1 | Analytische Lösung der 1D-Transportgleichung mit Excel (ALTEX 1-D)      | 23    |
| 7.3.3.2 | Ergebnisse der computergestützten Sickerwasserprognose mit ALTEX 1-D    | 24    |
| 7.3.3.3 | Untergrundaufbau                                                        | 25    |
| 7.3.3.4 | Kupfer                                                                  | 25    |

**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

|         |                            |    |
|---------|----------------------------|----|
| 7.3.3.5 | Blei                       | 26 |
| 7.3.3.6 | Antimon                    | 26 |
| 8       | Zusammenfassende Bewertung | 27 |
| 9       | Literaturverzeichnis       | 29 |

**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

**Anlagenverzeichnis**

**Anlage 1      Abbild**

Abbild 1:      Lageplan mit Darstellung der Untersuchungs-  
punkte (M 1:200)

**Anlage 2      Tabellen**

Tabelle 1:      Zusammenstellung der Feststoffanalysenergeb-  
nisse des Schießplatzes

Tabelle 2      Zusammenstellung der Eluatanalysenergebnisse  
des Schießplatzes

Tabelle 3:      Zusammenstellung der Ergebnisse der Feststoff-  
analysen des Schießplatzes für die Deklaration

Tabelle 4:      Zusammenstellung der Ergebnisse der Eluatana-  
lysen des Schießplatzes für die Deklaration

**Anlage 3      Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse (Umttec, Juni 2015)**

**Anlage 4      Analysenprotokolle**

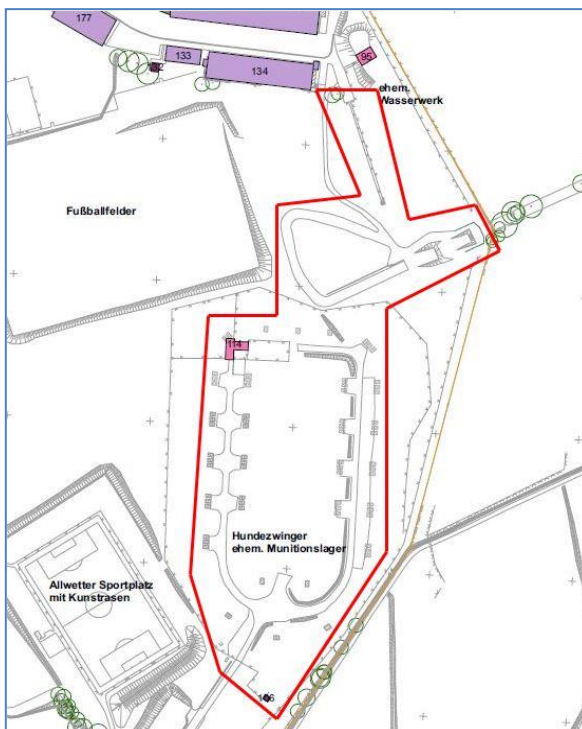
**Anlage 5      Ergebnisprotokolle Sickerwasserprognose**

## Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes

### 1 Veranlassung

Im Rahmen des Konversionsprozesses für die Kaserne Am Limberg sehen die aktuellen Planungen eine weitgehende Entfernung der vorhandenen baulichen Anlagen vor. In einem ersten Schritt wurden bereits im Jahr 2014 die Gebäude zwischen der Straße Am Limberg und der parallelen inneren Erschließungsstraße abgebrochen. In dem jetzt folgenden zweiten Schritt ist der Rückbau von baulichen Anlagen im östlichen Teil des Kasernengeländes vorgesehen. Bei den baulichen Anlagen handelt es sich um die Gebäude Nr. 114 (Hundehaus) und Nr. 106 (Gashütte) sowie einen Schießstand, eine Hindernisbahn und eine Schleppseiltestanlage. Weiterhin sind im Bereich des ehemaligen Munitionslagers die asphaltierte Straße einschließlich der seitlich der Straße gelegenen kleineren Bunkerhäuschen rückzubauen.

Der in diesem Bereich vorhandene Wald, in dem sich die baulichen Anlagen befinden, soll erhalten bleiben. Der betreffende Bereich ist im nachfolgenden Planausschnitt rot umrandet (s.u.).



## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes**

Vorlaufend zu den Rückbauarbeiten war für die genannten baulichen Anlagen ein Schadstoffkataster zu erstellen.

Weiterhin war im Bereich des Schießplatzes eine altlastentechnische Untersuchung durchzuführen. Die Untersuchung diente der Überprüfung einer möglichen Schutzgutgefährdung, welche mit den bereits auf dem Schießplatz durchgeführten Voruntersuchungen nicht vollständig ausgeräumt werden konnte.

Mit Schreiben vom 08. Juli 2015 wurde die Umttec Prof. Biener | Sasse | Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, auf Grundlage eines Angebotes vom 19. und 21. Mai 2015, durch die Stadt Osnabrück, Fachbereich Städtebau, mit der Durchführung der vorbeschriebenen Leistungen beauftragt. Im vorliegenden Gutachten werden die Erkundungsergebnisse dargestellt und erläutert. Eine zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen finden sich in Kapitel 8.

### **2 Mitwirkende**

Neben der Stadt Osnabrück als Auftraggeber sowie Umttec als Gutachter waren die VSV Geotechnik GbR mit der Durchführung der Bohraufschlüsse zur Gewinnung von Bodenproben sowie das Labor der UCL GmbH mit der chemischen Analytik der entnommenen Proben beteiligt.

### **3 Unterlagen**

Für die Untersuchung der Gebäude standen uns Gebäudebestandspläne in Form von Lageplänen und Ansichten des ehemaligen Staatshochbauamtes zur Verfügung, die uns im Rahmen vorhergehenden Arbeiten am Standort bereits übermittelt worden waren:

- Limberg-Kaserne Osnabrück, Lager Dodesheide – Mercer Barracks, Hindernisbahn, Anlage 105, Pläne Hindernisbahn, Hindernisse 1-18, erstellt durch Staatshochbauamt Osnabrück, 1987
- Limberg-Kaserne Osnabrück, Lager Dodesheide – Imphal Barracks, Gebäudeanlage 106, erstellt durch Josef Feldwisch-Drentrup Architekten BDA, Oktober 1977
- Limberg-Kaserne Osnabrück, Lager Dodesheide – Mercer-Barracks, Gebäudeanlage 114, Grundriss-Schnitte-Ansichten, erstellt durch das Staatshochbauamt Osnabrück, ohne Datum, ergänzt Januar 2000

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes**

Für die Durchführung der Erkundungen des Schießplatzes standen die folgenden Unterlagen bzw. Informationen zur Verfügung:

- [1] Untersuchungen zu Versickerungsmöglichkeiten im Bereich der Mercer- / Imphal-Barracks durch Wessling Beratende Ingenieure GmbH, erstellt im Auftrag der Stadt Osnabrück, Oktober 2010.
- [2] Orientierende Untersuchung auf der Liegenschaft Kaserne am Limberg / Mercer- and Imphal-Barracks – LgKNR. 56.OSN 5009 durch Wessling Beratende Ingenieure GmbH, erstellt im Auftrag des Staatlichen Baumanagements Osnabrück – Emsland, März 2009.
- [3] Kaserne am Limberg (Mercer-/ Imphal-Barracks) in Osnabrück, Gutachten zu Detailuntersuchungen durch Umttec Prof. Biener | Sasse | Konertz Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, erstellt im Auftrag der Stadt Osnabrück, Fachbereich Städtebau; Dezember 2014.

## **4 Standortidentifikation**

### **4.1 Grundstückssituation**

Die Kaserne selbst befindet sich am nordöstlichen Stadtrand von Osnabrück im Stadtteil Dodesheide. Die Gesamtfläche des Kasernengeländes umfasst ca. 70 ha und stellt damit den größten ehemaligen Kasernenstandort Osnabrücks dar. Das Kasernengelände wird nördlich durch die Vehrter Landstraße, westlich durch die Straße Am Limberg und südlich durch die Straße Am Zuschlag begrenzt. Östlich des Kasernengeländes befinden sich landwirtschaftlich (Nordosten) als auch forstwirtschaftlich (Osten und Südosten) genutzte Flächen. Der zu untersuchende Schießplatz befindet sich im östlichen Teil des Grundstücks der Kaserne Am Limberg.

### **4.2 Geologisch-hydrologischer Überblick**

Gemäß der geologischen Karte /1/<sup>1</sup> (Maßstab 1:25.000) stehen im engeren Untersuchungsgebiet Gesteine des oberen Keupers an. Diese werden für den Bereich des Schießplatzes als Tonsteine und deren Verwitterungsprodukte beschrieben. Laut

---

<sup>1</sup> Die in Schrägstriche gesetzten Ziffern, wie z.B. /1/, beziehen sich auf das Literaturverzeichnis in Kapitel 9.

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes**

geologischer Karte befinden sich in der näheren Umgebung Flächen, die teilweise von Geschiebelehm überlagert sind.

Entsprechend der hydrogeologischen Karten /1/ handelt es sich bei dem anstehenden Tonstein um einen Kluftgrundwasserleiter mit hoher Durchlässigkeit (Maßstab 1:500.000) und einer Grundwasserneubildungsrate von 101 – 150 mm/a (Maßstab 1:200.000). Durchgeführte Versickerungsversuche [1] zeigen stark variierende Durchlässigkeiten aufgrund von Schichtung und Klüftung des Gesteins im Bereich von  $k_f = 1 \times 10^{-3}$  bis  $1 \times 10^{-6}$  m/s. Entsprechend der natürlichen Geländebedingung liegt eine großräumige Grundwasserfließströmung in südwestlicher Richtung vor [3]. Grundwasser steht im südlichen Bereich des Kasernengeländes in ca. 5 m unter Gelände an [1]. Durch die natürliche Geländebeschaffenheit ist im östlichen Bereich von einem höheren Grundwasserflurabstand auszugehen.

### **4.3 Bisherige Untersuchungen**

Im Jahr 2009 wurde eine Orientierende Untersuchung [2] auf dem ehemaligen Kasernengelände durchgeführt. Dabei wurde im Bereich des Schießplatzes eine Rammkernsondierung (RKS 153) bis in 1 m unter Gelände niedergebracht sowie eine Mischprobe (MP 154) aus bis zu 0,3 m unter Gelände entnommen. Die Analysergebnisse der Mischprobe (MP 154) weisen im Wesentlichen höhere Schwermetallgehalte auf als die der Proben der Rammkernsondierung. In der Mischprobe wurden in den obersten 10 cm leicht erhöhte Blei-, Antimon- und Kupfergehalte nachgewiesen (Blei: 920 mg/kg, Antimon: 24 mg/kg, Kupfer: 130 mg/kg). Der Prüfwert für die Nutzung als Park- und Freizeitanlagen der BBodSchV wird nicht überschritten.

Im Eluat der Mischprobe der obersten 10 cm wurde 18 µg/l Antimon, 18 µg/l Blei und 15 µg/l Kupfer nachgewiesen. Der Prüfwert der BBodSchV für den Pfad Boden – Grundwasser wird in keiner Analyse überschritten.

Der Gutachter geht gemäß der durchgeführten Untersuchungen aus dem Jahr 2009 von keiner Gefährdung für Mensch oder Grundwasser aus. Da sich jedoch eine Eluierbarkeit der Metalle bzw. Halbmetalle zeige, können gemäß dem Gutachter die Metalle/Halbmetalle in tiefere Bodenschichten vordringen. Eine Gefährdung sei jedoch aufgrund der bindigen Deckschichten sowie des Flurabstandes zum Grundwasser derzeit nicht zu erwarten.

Der Gutachter empfiehlt aus Vorsorgegründen bei entsprechender Nutzung das belastete Bodenmaterial auszukoffern oder den Bereich zu versiegeln.

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes**

Im Jahr 2013 wurden Detailuntersuchungen [3] im Bereich ausgewählter Kontaminationsverdachtsflächen durchgeführt. Eine Erkundung des Schießplatzes war nicht Bestandteil der Detailuntersuchung.

### **5 Beschreibung der rückzubauenden Anlagen**

Die zum Rückbau vorgesehenen baulichen Anlagen unterteilen sich in zwei Gebäude (Hundehaus, Gashütte), eine Hindernisbahn mit insgesamt 18 Hindernissen sowie eine Schleppseiltestanlage und ein Schießplatz (Kapitel 7). Weiterhin sind im Bereich des ehemaligen Munitionslagers die asphaltierte Straße mit den neun noch vorhandenen kleineren Bunkerhäuschen aus Ziegelsteinen mit Wellblechdach rückzubauen.

Der wesentliche Aufbau der im Abbruchbereich vorhandenen baulichen Anlagen wird, soweit bekannt, im Folgenden stichpunktartig beschrieben. Die Beschreibung der baulichen Anlagen bildet die Grundlage für die entsprechenden Rückbauleistungen, wobei übliche Bauweisen und Ausbaustandards zu berücksichtigen sind, auch wenn entsprechende Bauteile bzw. -materialien nicht im Einzelnen beschrieben sind.

#### **5.1 Gebäude 106, Gashütte**



Gashütte mit Blickrichtung Nordwesten

Funktion: Gashütte zur Überprüfung der Dichtigkeit von Atemmasken

Länge = 4,20 m

**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Breite =        | 3,50 m                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Grundfläche =   | 14,70 m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Firsthöhe =     | 3,00 m                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Umbauter Raum = | 44,10 m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Konstruktion:   | Massivbau einschalig, Kalksandstein verputzt                                                                                                                                                                                                                                       |
| Gründung:       | Streifenfundamente mit aufliegender Bodenplatte                                                                                                                                                                                                                                    |
| Wände:          | Außen: Kalksandstein verputzt<br>Innen: verputzt                                                                                                                                                                                                                                   |
| Dach:           | Flachdach aus Beton mit Eindeckung aus PAK-haltiger Dachpappe (mehrlagig), Dachentwässerung über Dachüberstand                                                                                                                                                                     |
| Decke:          | Innen verputzt                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Fenster:        | Metallfenster, einfach verglast,                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Türen:          | Außentüren vollflächig aus Metall                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sonstiges:      | Betonsteinplatten (Traufpflaster) am Gebäude, Maschendrahtzaun mit Betonstützen (ca. 2,0 m hoch), zwei Strommasten aus Holz (imprägniert vermutlich mit Teeröl), aus Ziegelsteinen gemauerter Schacht (1,0 m x 1,0 m x ca. 0,8 m tief) mit Metallabdeckung südöstlich vom Gebäude. |

## Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes

### 5.2 Gebäude 114 (Hundehaus)



Hundehaus mit Blickrichtung Norden (links) und Blickrichtung Westen (rechts)

Gebäudeart: Dienstgebäude mit Zwinger für Wachhunde  
Baujahr (nachrichtlich) ca. Anfang 1990er Jahre

Länge = 15,50 m  
Breite = 14,90 m  
Grundfläche = 112,62 m<sup>2</sup> (Gebäude) + 415,00 m<sup>2</sup> Zwinger  
Firsthöhe = 3,30 m  
Umbauter Raum = 371,65 m<sup>3</sup>

Konstruktion: Massivbau, Kalksandstein, eingeschossig

Gründung: Streifenfundamente

Wände: Außen: Kalksandstein mit aufgeklebter Dämmung aus Styropor mit Gewebe und Kunststofffreibeputz

Innen: verputzt und gestrichen (Büro, Dienstraum);  
gestrichen (Windfang, Futterlager, Futterzubereitung,  
Streugutlager);  
gefließt (WC), Fliesen Spiegel (Dienstraum, Futterzube-  
ereitung)

**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dach:               | Satteldach aus Holzkonstruktion und Eindeckung aus Kalzipblech, KMF-haltige Dämmung, Dachüberstand unterseitig mit Holz verkleidet, Dachrinnen aus Blech                                                                                              |
| Decken:             | Decken aus Gipskarton mit aufliegender KMF-Dämmung.                                                                                                                                                                                                   |
| Sohle:              | <u>Windfang:</u><br>Fliese, Kleber<br>Estrich<br>Styropor<br>schwarze Dichtlage, darunter Folie<br>Beton                                                                                                                                              |
| Fenster:            | Holzfenster mit Fensterbänken aus Steinzeug, im WC geflieste Fensterbank.                                                                                                                                                                             |
| Türen:              | Innentüren aus Holz mit Metallzargen, Außentüren aus Metall, Haupteingangstür aus Metall mit Glas                                                                                                                                                     |
| Bodenbeläge:        | Im Büro und Dienstraum Linoleum, im Büro über Linoleum PVC-Belag verklebt, sonst Fliesen, im Futterlager auf Fliesen Teppich verlegt.                                                                                                                 |
| Hundezwinger:       | Betonfläche (415 m <sup>2</sup> x ca. 0,2 m), ca. 30 auf Betonplatte aufgeschraubte Zaunpfosten aus Metall, zwei Laterenmasten aus Metall, in Betonplatte zwei Wasserentnahmestellen für Schlauchanschluss, zwei Regenwassereinläufe mit Auffangkorb. |
| Technische Anlagen: | Sicherungskasten                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sonstiges:          | Leuchtstoffröhren, Sanitärinstallation, Elektroinstallation, Küchenzeile im Dienstraum, Regal mit Waschtisch                                                                                                                                          |

## Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes

in der Futterzubereitung, Tisch und Stühle im Streugut-  
lager, Betonsteinpflaster.

### 5.3 Anlage 105 (Hindernisbahn)



Zwei exemplarisch abgebildete Hindernisse

Bei der Anlage Nr. 105 handelt es sich um eine Hindernisbahn mit 18 Hindernissen unterschiedlicher Bauweise, welche auf einem ca. 200 m langen Rundweg errichtet wurden. Der Rundweg ist mit einem aus Naturstein bestehenden Splitt belegt und seitlich mit Betonkantensteinen eingefasst. Die hauptsächlich verwendeten Materialien zur Errichtung der Hindernisse sind Betonelemente zur Einfassung von Gruben, druckimprägnierte Hölzer, Stahlrohre, Ziegelsteine sowie Erdhügel aus dem Aushub der Gruben. Weiterhin wurde als Prallschutz teilweise Tartan verbaut. Im Bereich einiger Hindernisse wurden Kiesbettungen zur Abmilderung von Stürzen angelegt. Die Gründung wurde mittels Streifen- und Einzelfundamenten vorgenommen. Unterhalb der Gruben wurde eine Schottertragschicht verbaut.

## Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes

### 5.4 Schleppseiltestanlage



Blick von etwa der Mitte der Testanlage in Richtung Norden (links) und vom Kopfende der Anlage in Richtung Süden (rechts).

|                 |                                                                                                                                      |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Art der Anlage: | Testanlage für Schleppseile                                                                                                          |
| Länge =         | ca. 80,0 m                                                                                                                           |
| Breite =        | ca. 3,0 m                                                                                                                            |
| Grundfläche =   | ca. 240,0 m <sup>2</sup>                                                                                                             |
| Höhe =          | ca. 3,00 m                                                                                                                           |
| Konstruktion:   | Stahlkonstruktion (Stahlbügel) mit teilweise aufliegendem Metallgitter, mittig der Stahlbügel jeweils Befestigungen aus Betonplatten |
| Gründung:       | vermutlich Einzelfundamente der Stahlbügel                                                                                           |

## Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes

Sonstiges: Betonfundament mit vorgelagerter Grube aus Beton (s. Foto), oberhalb Betonfläche bzw. -platte, innerhalb der Betonfläche eine mit einem Metalldeckel verschlossene Grube.

### 5.5 Munitionslager



Außen- und Innenansicht der Nissenhütten.

Das ehemalige Munitionslager besteht heute vornehmlich aus einer ca. 500 m langen asphaltierten Straße mit einer Gesamtfläche von ca. 4.000 m<sup>2</sup>. Seitlich der Straße befinden sich neun Munitionsbunker in Form sogenannter Nissenhütten. Die Munitionsbunker bestehen an den Stirnseiten aus gemauerten Ziegeln, einer Abdeckung aus Wellblech und einer betonierten Sohlplatte.

Der Aufbau der asphaltierten Straße wurde an zwei Untersuchungsstellen mittels Schürfen erkundet. Die Ergebnisse der Erkundung sind nachfolgend aufgeführt.

S 1: östlicher Teil:

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| Asphaltdeckschicht:  | 3,0 cm               |
| Asphalttragschicht:  | 4,0 cm               |
| Schottertragschicht: | 13,0 cm (Naturstein) |

S 2: westlicher Teil:

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| Asphaltdeckschicht:  | 3,0 cm              |
| Asphalttragschicht:  | 4,0 cm              |
| Schottertragschicht: | 9,0 cm (Naturstein) |

## Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes

### 5.6 Schießplatz



Blick in Richtung Osten auf den Schießplatz (links) und in Richtung Westen vom Kugelfang (rechts) mit der vorgelagerten Grube.

Bei der Schießanlage handelt es sich um einen in Massivbauweise (Ziegel, verputzt) errichteten Kugelfang in den Abmessungen von ca. 8 m Breite und 3,5 m Tiefe sowie einer Höhe von 5 m.

Seitlich und oberhalb wurde die Wand mit Holzbrettern erweitert und erreicht dort eine Höhe von über 8 m. Die seitlichen Flügelwände erstrecken sich auf eine Länge von ca. 20 m.

Die Gründung des gemauerten Kugelfangs erfolgte vermutlich auf Streifenfundamenten, während für die Holzpfähle der seitlichen Bretterzäune Einzelfundamente anzunehmen sind. Unmittelbar vor dem Kugelfang befindet sich über die gesamte Breite des Kugelfangs von 8,0 m eine ca. 0,8 m tiefe betonierte Grube, in der offenbar die Schießscheiben u.ä. installiert waren.

Ab 10 m Entfernung vom Kugelfang befinden sich im Abstand von jeweils fünf Metern vier Schießstände. Die Schießstände wurden in Form von mit Muschelsplitt befestigten Wegen angelegt, die seitlich mit Hölzern eingefasst wurden. In dem mit Sand aufgeschütteten Hügel hinter den Schießständen sind eine kleinere Grube aus Beton sowie ein Metallhebel installiert, von dem aus vermutlich die Schießscheiben am Kugelfang über Seilzüge gesteuert wurden. Es ist zu vermuten, dass die Seilzüge in ggf. gemauerten Abkastungen im Boden verlaufen.

Weiterhin befinden sich im Bereich der Schießanlage eine Metallgarage, zwei Laterne- masten und ein Fahnenmast.

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes**

Hinzuweisen ist ferner darauf, dass im Geländetiefpunkt vor dem Kugelfang offenbar Dränagesplitt (Schmelzkammergranulat) zur Entwässerung bzw. Versickerung eingebracht wurde.

### **6 Untersuchungsergebnisse der Bausubstanz**

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Untersuchungsergebnisse zusammenfassend dargestellt und erläutert.

Um zu vermeiden, dass im Zuge der Abbruchmaßnahmen kontaminierte Abbruchmaterialien recyclebare Baustoffe von einer Verwertung ausschließen, wurden schadstoffhaltige Bauteile sowie etwaige nutzungs- bzw. materialbedingte Bauteilkontaminationen erfasst und z.T. chemisch untersucht.

Zur Ermittlung und Erfassung asbesthaltiger Baustoffe wurde eine Begehung und Untersuchung der abzubrechenden Gebäude durch Asbestsachkundige gemäß TRGS 519 durchgeführt. Mikroskopische Asbestuntersuchungen wurden dann vorgenommen, wenn die visuelle Ansprache des Materials keine eindeutige Gewissheit auf das Vorliegen asbesthaltiger Produkte zuließ.

Im Hinblick auf die Ausführung der Demontage- und Abbrucharbeiten ergab sich die Erfordernis entsprechender Untersuchungen auch aus arbeits- und emissionschutztechnischen Belangen.

Auf Basis der Ergebnisse der im Rahmen der Gebäudeanalyse durchgeführten Untersuchungen wurde ein Schadstoffkataster für umweltrelevante bzw. kontaminierte Baustoffe und sonstige Materialien erstellt.

Das Schadstoffkataster wird in folgende Kapitel untergliedert:

- Asbest
- Künstliche Mineralfasern (KMF)
- Polychlorierte Biphenyle (PCB) / Quecksilber
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- Schwermetalle
- Kanzerogenitäts-Index KI (Mineralfasern)
- Holzschutzmittel (Altholz)

## Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes

Sofern über den Umfang des vorliegenden Schadstoffkatasters hinaus vermutliche Gefahrstoffe vorgefunden werden, ist die Bauüberwachung umgehend zu informieren.

### 6.1 Asbest

Asbestfasern gelten als eindeutig krebserzeugend (Asbestose, Mesotheliom und Bronchialkarzinom), so dass die Verwendung asbesthaltiger Erzeugnisse seit 1989 verboten ist.<sup>2</sup> Es ist davon auszugehen, dass bis Anfang der 1990er Jahre, in Einzelfällen auch bis Ende der 90er Jahre, asbesthaltige Produkte auch noch aus Lagerbeständen eingebaut wurden. Grundsätzlich wird zwischen schwach und fest gebundenen Asbestprodukten unterschieden.

Zur Klärung des Entsorgungsweges wurde die asphaltierte Straße des Munitionslagers auf Asbest untersucht. Hinweise auf Asbest wurden im Asphalt mit der durchgeführten Analyse nicht ermittelt.

| Probenahmeort | Beschreibung               | Analytikergebnis        |
|---------------|----------------------------|-------------------------|
| S 1/1 Asphalt | Asphalt östlicher Bereich  | kein Asbest nachweisbar |
| S 2/1 Asphalt | Asphalt westlicher Bereich | kein Asbest nachweisbar |

Im Rahmen der Begehung der Gebäude und baulichen Anlagen wurden keine weiteren Verdachtspunkte mit verbauten Materialien aus Asbest vorgefunden.

### 6.2 Künstliche Mineralfasern (KMF)

Unter dem Begriff KMF wird eine Gruppe von künstlich hergestellten, glasig amorphen Fasern mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, oft auf silikatischer Basis, zusammengefasst.

Im Einzelnen sind innerhalb dieser Gruppe die Glas-, Stein- und Schlackefasern, die als Dämmmaterialien eingesetzt wurden, sowie die Keramikfasern oder Fasern aus anderen refraktären Stoffen, die als Isolierungen verwendet werden, zu nennen. KMF dienen grundsätzlich als Schall-, Kälte- und/oder Wärmeschutz.

<sup>2</sup> 1989/1990: Eingruppierung von Asbesterzeugnissen in Gruppe I der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) - faktisch ein Herstellungs- und Verwendungsverbot  
1993: Einstufung von Asbest als besonders gefährlicher krebserzeugender Gefahrstoff (Verbot von Herstellung, Verwendung und Inverkehrbringen) gemäß GefStoffV

## Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes

Vor 1995 hergestellte Mineralwollgedämmstoffe können beim Rückbau lungengängige Faserstäube freisetzen, die als krebserzeugend der Kategorie 2<sup>3</sup> einzustufen sind. Entsprechende KMF-Produkte wurden bis zum Jahr 2000 verwendet.

Zusätzlich zu den zuvor beschriebenen Risiken sind beim Ausbau von KMF Haut- und Augenreizungen (Entzündungen des Haut- und Bindegewebes) wahrscheinlich. Bei einem Ausbau von KMF in den abzubauenden Gebäuden ist grundsätzlich davon auszugehen, dass ein Gefahrstoff vorliegt und die dementsprechenden Sicherheitsvorkehrungen einzuhalten sind.

KMF wurde als Wärmedämmung in folgendem Bereich in mengenmäßig relevanten bzw. vollflächigen Ausmaßen vorgefunden:

- Isolierung über Deckenabhängung (Gebäude 114, ca. 120 m<sup>2</sup>)

### 6.3 PCB / Quecksilber

#### Leuchtmittel

Als umweltrelevante Leuchtmittel sind die quecksilberbedampften Leuchtstoffröhren mit PCB-haltigen Kondensatoren in den einzelnen Räumen des Gebäudes Nr. 114 (Hundehaus) und in den Straßenlaternen zu nennen.

Im gegebenen Fall wurden in den untersuchten Gebäuden und Außenlaternen insgesamt ca. 40 Stück Leuchtstoffröhren vorgefunden.

#### Farbanstriche

Darüber hinaus wurde für einen Farbanstrich des Gebäudes 114 eine Laboranalyse auf PCB durchgeführt. Ein erhöhter PCB-Gehalt wurde hierbei nicht festgestellt.

| Probenahmeort           | Beschreibung                      | PCB-6<br>[mg/kg] | PCB-gesamt<br>[mg/kg] |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|
| Geb. 114, Streugutlager | Wandfarbe, beige, leicht glänzend | 0,97             | 4,85                  |

<sup>3</sup> Kategorie 2 – Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten (Richtlinie 67/548/EWG, Anhang VI)

## Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes

### 6.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

#### Gebäude

Die Bezeichnung PAK umschreibt eine Gruppe von mehreren Einzelverbindungen. PAK finden sich im Baubereich u.a. in Steinkohlenteer-Produkten im Gegensatz zu bituminösen Produkten. Eine Einstufung als teerhaltiges Produkt erfolgt im Land Niedersachsen ab einem PAK-Gehalt von 40 mg/kg<sup>4</sup>.

Die Leitkomponente der PAK ist das Benzo(a)pyren, welches aufgrund seines Gefährdungspotenzials ab einem Gehalt von 50 mg/kg als krebserzeugend der Kategorie K2 eingestuft ist. Die folgenden Materialien wurden auf ihren PAK-Gehalt hin überprüft.

| Probenahmeort       | Beschreibung | PAK (EPA)<br>[mg/kg] | Benzo(a)pyren<br>[mg/kg] |
|---------------------|--------------|----------------------|--------------------------|
| Geb. 106, Gashütte  | Dachpappe    | 124,80               | 11                       |
| Geb. 114, Hundehaus | Dichtbahn    | 1,56                 | <0,2                     |

Die entnommene Dachpappenprobe des Gebäudes 106 (Gashütte) weist einen PAK-Gehalt von 124,80 mg/kg auf und ist somit als teerhaltig einzustufen. Die im Gebäude 114 (Hundehaus) unterhalb des Estrichs verbaute schwarze Dichtungsbahn ist mit einem analysierten PAK-Gehalt von 1,56 mg/kg als nicht teerhaltig anzusehen.

#### Asphalt

In der RuVA-StB<sup>5</sup> werden Grenzwerte für die Art der Verwertung und des Wiedereinsatzes von Asphalt und Ausbaustoffen genannt. Bei einem Gehalt von < 25 mg/kg PAK (und einem Phenolindex von < 0,1 mg/l) sind keine Einschränkungen bzgl. des Verwertungsverfahrens für die auszubauenden Stoffe gegeben.

Bei teer-/pechhaltigen Straßenbaustoffen, erkennbar durch die Überschreitung der vorgenannten Werte, sind für die Wiederverwendung verschiedene Einschränkungen zu berücksichtigen.

<sup>4</sup> Erlasse des Niedersächsischen Umweltministeriums vom 26.04.2002 und vom 22.06.1994

<sup>5</sup> Richtlinien zur umweltgerechten Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau - RuVA-StB

## Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes

| Probenahmeort         | Beschreibung | PAK (EPA)<br>[mg/kg] | Benzo(a)pyren<br>[mg/kg] |
|-----------------------|--------------|----------------------|--------------------------|
| Munitionslager, S 1/1 | Asphalt      | 3,6                  | <0,2                     |
| Munitionslager, S 2/1 | Asphalt      | 5,8                  | <0,2                     |

Das Ergebnis der durchgeführten Analysen des Asphaltes zeigen keine erhöhten Gehalte des Parameters PAK. Der Asphalt ist als bituminös einzustufen.

### 6.5 Schwermetalle

Schwermetalle haben ein sehr breites Anwendungsspektrum und können in den folgenden Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen enthalten sein:

- Flamm- und Holzschutzmittel
- als Pigmente in Kunststoffen, Tapeten, Lacken und Farben
- in PVC-Produkten
- in Trinkwasserrohren
- in Schlacken
- Teppichböden

Verdachtspunkte auf das Vorhandensein von Schwermetallen wurden im Zuge der Begehung der Gebäude und baulichen Anlagen nicht vorgefunden.

### 6.6 Holzschutzmittel / behandeltes Holz

Der Begriff Holzschutzmittel (HSM) umfasst eine Vielzahl von Produkten und Wirksubstanzen. Grundsätzlich lassen sich ölige HSM (einschl. lösemittelhaltige und teerölbehandelte HSM) von wasserlöslichen HSM auf Salzbasis unterscheiden.

Die stoffliche und energetische Verwertung sowie die Beseitigung von Altholz (auch mit Holzschutzmittel behandeltem) wird durch die Altholzverordnung (AltholzV<sup>6</sup>) geregelt. Die AltholzV untergliedert dabei die anfallenden Hölzer in bestimmte Verwertungsgruppen und die einzuhaltenden Voraussetzungen für deren stoffliche bzw. thermische Verwertung.

<sup>6</sup> Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (AltholzV) vom 15. August 2002 (BGBl. I Nr. 59 vom 23.08.2002 S. 3302)

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes**

In der Altholzverordnung werden u.a. die im Rahmen von Abbruchmaßnahmen anfallenden Hölzer aufgeführt und in vier Altholzkategorien (A I, A II, A III und A IV) aufgeteilt (sogenannte Regelvermutung). In der nachfolgenden Zusammenstellung werden ausschließlich die im Rahmen der Abbruchmaßnahme ggf. anfallenden Altholzkategorien aufgeführt:

- **A II** → Altholz aus dem Abbruch und Rückbau (soweit nicht anderweitig erwähnt)
  - Dielen, Fehlböden, Bretterschalungen aus dem Innenausbau ohne schädliche Verunreinigungen
  - Türblätter und Zargen von Innentüren ohne schädliche Verunreinigungen
  - Profilbretter für die Raumausstattung, Deckenpaneele, Zierbalken etc. ohne schädliche Verunreinigungen
  - Möbel ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung
- **A III** → Möbel mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung
  - Altholz aus dem Sperrmüll
- **A IV** → Konstruktionshölzer für tragende Bauteile
  - Holzfachwerk und Dachsparren
  - Altholz mit Verdacht auf Teerölbehandlung (Strom- und Lichtmasten)
  - Fenster, Fensterstöcke und Außentüren
  - Imprägnierte Bauhölzer aus dem Außenbereich (Hindernisbahn)

Hölzer, die nach der Regelvermutung in die Altholzkategorie AIV fallen, sind in relevanten Mengen im Dachstuhl des Hundehauses, auf der Hindernisbahn sowie als erweiterter Kugelfang am Schießplatz vorhanden.

### **6.7 Sonstige material- und nutzungsbedingte Kontaminationen der Bausubstanz**

Die Bausubstanz zeigt keine augenscheinlichen, nutzungsspezifischen Verunreinigungen. Auf eine vorlaufende schadstofftechnische Beurteilung der mineralischen Bausubstanz wurde daher verzichtet. Die Erfahrungen aus dem in 2014 erfolgten Rückbau der insgesamt 14 Gebäude zwischen der Straße Am Limberg und der parallelen inneren Erschließungsstraße haben gezeigt, dass nennenswerte Schadstoffbelastungen, die eine Einstufung als gefährlicher Abfall bzw. als Material > Z2 LAGA Bauschutt (1997) erfordern, bei den seinerzeit durchgeführten Analysen nicht fest-

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes**

gestellt wurden. Es ist erfahrungsgemäß davon auszugehen, dass der mineralische Bauschutt dem Zuordnungswert Z 1.2 gemäß LAGA Bauschutt zuzuordnen ist.

Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass auf der Betondecke des Gebäudes 106 mit verbleibenden Anhaftungen der Dacheindeckung aus teerhaltigen Dachpappe zu rechnen ist und hieraus entsprechende PAK-Gehalte resultieren können.

## **7 Orientierungsuntersuchung Schießplatz**

### **7.1 Durchgeführte Untersuchungen**

Anhand der Untersuchungen sollte neben der Überprüfung einer möglichen Schutzgutgefährdung eine abschließende horizontale sowie vertikale Eingrenzung erfolgen.

Hierzu wurde bezugnehmend auf den Ortstermin am 27. April 2015 folgendes Untersuchungsprogramm durchgeführt.

Im Bereich des Schießplatzes war zunächst eine Unterteilung in 5 Teilflächen vorgesehen: Bereich des Schützenstandes, Böschung unmittelbar vor dem Kugelfang, Bereich (Sohle) des Kugelfanges sowie die seitlichen Böschungen. Auf Grund eines angetroffenen unterschiedlichen Bodenaufbaus im Bereich des Schützenstandes wurde dieser in zwei Teilflächen unterteilt. Ebenfalls mit in das Untersuchungsprogramm aufgenommen wurde der mit Sand aufgeschüttete Hügel unmittelbar westlich des Schützenstandes, so dass insgesamt die nachfolgend aufgeführten sieben Teilflächen beprobt wurden.

TF1: seitliche Böschungsbereiche

TF2: Wall vor dem Geschossfang

TF3: Fläche vor TF 2 (Tiefpunkt)

TF4: Geschossfang

TF5: Fläche um den ersten Schießstand (10 m Entfernung)

TF6: Fläche im Bereich des 2. bis 4. Schießstandes

TF7: mit Sand aufgeschütteter Hügel westlich der Schießstände

Die Lage der Teilflächen ist im Abbild 1 der Anlage 1 dargestellt.

Die Beprobung des Oberbodens erfolgte mittels der Erstellung von Mischproben aus mindestens 15 Bohrstocksondierungen (Tiefe 0,0 – 0,3 m und 0,3 – 0,6 m) pro Teilfläche. Eine Ausnahme hinsichtlich der Beprobungshorizonte bildet hier die Teilfläche

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes**

che TF 4. Auf Grund des in diesem Bereich anstehenden steifen Geschiebelehms war hier nur eine Beprobung bis zur Tiefe von 0,30 m Tiefe möglich.

Zusätzlich zu den Bohrstocksondierungen wurden je Teilfläche Handschürfe zur näheren Beurteilung des oberflächennahen Untergrundaufbaus durchgeführt.

Die Erkundung des tieferen Untergrundaufbaus wurde mittels einer Rammkernsondierung im Nahbereich des Schießplatzes durchgeführt.

Die chemischen Analysen erfolgten an allen Teilflächen horizontspezifisch auf die Verdachtsparameter Schwermetalle gemäß AbfKlärV /8/ zzgl. Arsen und Antimon. Ausnahme bildet hierbei die Teilfläche 7, die aufgrund ihrer Lage hinter den Schützenständen nicht in Betracht kam, sowie Teilfläche 5, bei der lediglich Dränagesplitt angetroffen wurde.

Im Hinblick auf eine mögliche Entsorgung von Bodenmaterial wurde die Probe der Teilfläche 7 (Hügel) sowie die Proben der Teilflächen 1 und 2 zusätzlich gemäß Parameterumfang der LAGA TR Boden chemisch analysiert.

Anhand der Ergebnisse der chemischen Analytik wurden parameterspezifisch verschiedene Varianten einer Sickerwasserprognose für die Passage des Sickerwassers durch den Auffüllungssand und den anstehenden Geschiebelehm durchgeführt.

### **7.2 Untergrundverhältnisse**

Der im Folgenden beschriebene Untergrundaufbau bezieht sich auf die aktuell durchgeführten Untersuchungen. Die genaue Lage der Untersuchungspunkte, hier insbesondere der pro Teilfläche angelegten Handschürfe und der Rammkernsondierung ist dem Abbild 1 in Anlage 1 zu entnehmen.

Die Rammkernsondierung zeigt zunächst eine 0,4 m mächtige Auffüllungsschicht aus Feinsand. In einer Teufe zwischen 0,4 m und 2,4 m folgt ein redoximorph geprägter Geschiebelehm, der den anstehenden Ton bzw. den verwitterten Tonstein überlagert (vgl. Bohrprofil in Anlage 3).

Die angelegten Handschürfe zeigen überwiegend Auffüllungsschichten aus Feinsand. Der südliche Teil der Teilfläche 1 sowie die Teilfläche 5 zeigen keine Auffüllungsschichten, sondern anstehenden bzw. umgelagerten Geschiebelehm.

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes**

In Schurf 3 (Böschungsbereich der Teilfläche 1) wurden dabei Geschossbruchstücke und vereinzelt Ziegelreste vereinzelt noch bis in 70 cm unter GOK aufgefunden. In Schurf 1 (Auftreffhang Teilfläche 2) wurden ebenfalls bis in eine Tiefe von 60 cm noch Geschossreste vorgefunden.

Auf Teilfläche 3 wurde durchgehend Drainagesplitt aus Schmelzkammergranulat bis zur Endtiefe von 0,6 m angetroffen. Es kann vermutet werden, dass dieser zur Entwässerung bzw. Versickerung am Tiefpunkt der Grube vom dem Kugelfang eingebracht wurde.

Auf Teilfläche 6 fanden sich unterhalb der Auffüllungsschicht in drei Bohrstockeinstichen kleinere Schlackennester im unteren Beprobungshorizont, die weder im Handschurf noch in den restlichen Einstichen angetroffen wurden.

### **7.3 Ergebnisse der chemischen Analyse**

#### **7.3.1 Bewertungskriterien**

Die Beurteilung und Bewertung der chemischen Untersuchungsergebnisse (s. Anlage 3) ist für die vorliegende Aufgabenstellung grundsätzlich auf Basis des Bundesbodenschutzgesetzes /2/ sowie der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) /3/ durchzuführen. Dort werden die Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von Verdachtsflächen sowie ggf. erforderliche Sanierungs-, Sicherungs- bzw. Beschränkungsmaßnahmen konkretisiert. Die Prüfwerte der BBodSchV gelten für den sogenannten Ort der Beurteilung, welcher den Übergang des Bodensickerwassers in das Grundwasser beschreibt.

Bei einer Unterschreitung der rechtlich bindenden Prüfwerte ist gemäß §4 Abs. 2 BBodSchV /3/ der Gefahrenverdacht ausgeräumt.

Darüber hinaus sind in /3/ nutzungsbezogene Prüfwerte für eine direkte dermale, orale und inhalative Aufnahme (Wirkungspfad Boden – Mensch, Direktkontakt) festgelegt. Für den Gefährdungspfad Boden – Mensch wird dabei hinsichtlich der Nutzung zwischen Kinderspielflächen, Wohngebiete, Park- und Freizeitanlagen sowie Industrie- und Gewerbegebiete unterschieden. Für die Bewertung der im Einzelfall vorliegenden Gefährdung war dabei sowohl die aktuelle Nutzung als auch die planungsrechtlich zulässige Nutzung zu berücksichtigen.

Zur Bewertung einer möglichen Gefährdung des Grundwassers wurden die Prüfwerte der BBodSchV herangezogen. Sie beziehen sich dabei auf den sogenannten Ort

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes**

der Beurteilung (OdB), welcher den Übergang des Bodensickerwassers in das Grundwasser beschreibt.

In Anbetracht einer ggf. möglichen Entsorgung von Aushubmaterial ist zusätzlich eine Gegenüberstellung der Ergebnisse der chemischen Untersuchungen mit den Zuordnungswerten der LAGA (Ländergemeinschaft Abfall) sinnvoll. Zur Anwendung kommen hier die Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand: 05.11.2004 /4/. Die darin enthaltenen Zuordnungswerte Z0 bis Z2 lassen sich wie folgt definieren:

- Zuordnungswerte Z0: Uneingeschränkter Einbau von Bodenmaterialien in bodenähnlichen Anwendungen (Einbauklasse 0)
- Zuordnungswerte Z1: Obergrenze für den eingeschränkten, offenen Einbau von Bodenmaterialien in technischen Bauwerken (Einbauklasse 1)
- Zuordnungswerte Z2: Obergrenze für den Einbau von Bodenmaterialien in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (Einbauklasse 2)

Sofern im Zuge von Aushubarbeiten Bauschutt- bzw. Recyclingmaterial anfällt, ist die LAGA Bauschutt /5/ (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln, Stand: 06.11.1997) heranzuziehen. Gleiches gilt prinzipiell für Bodenmaterial mit mehr als 10 % Fremdbestandteilen.

### **7.3.2 Ergebnisse der Feststoffanalysen**

Insgesamt wurden zehn Proben aus den Teilflächen TF 1, TF 2 und TF 4 bis TF 7 mittels chemischer Laboranalysen auf die Verdachtsparameter Schwermetalle (gemäß AbklärV /8/) zzgl. Arsen und Antimon hin untersucht. Die Teilfläche TF 3 wurde nicht untersucht, da in diesem Bereich ausnahmslos ein Drainagesplitt vorgefunden wurde.

In Tabelle 1 der Anlage 2 sind die Feststoffgehalte der analysierten Mischproben abgebildet. Demnach wird der Prüfwert der BBodSchV für den Direktpfad im Nutzungsszenario Park- und Freizeitanlagen für Blei (1.000 mg/kg) auf den Teilflächen 1 und 2 in beiden Horizonten (0 - 30 cm, 30 - 60 cm) und auf Teilfläche 4 im Horizont 0 – 30 cm mit Gehalten zwischen 1.290 mg/kg und 5.000 mg/kg überschritten.

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes**

Da für den Parameter Antimon kein Prüfwert in der BBodSchV vorliegt, können im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Mensch als Bewertungsmaßstab die Prüfwert-Vorschläge für nichtflüchtige Stoffe vom Ständigen Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) /6/ zur Bewertung hinzugezogen werden. Der dortige Prüfwert-Vorschlag für das Nutzungsszenario Park- und Freizeitanlagen von 250 mg/kg wird nur in Probe TF2 des Beprobungshorizonts bis 30 cm überschritten.

Zur Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden- Grundwasser wurden die vergleichsweise höher belasteten Proben der Teilflächen 1 (30 – 60 cm) und 2 (0 – 30 cm) auf Schwermetalle zzgl. Antimon und Arsen im Eluat untersucht (vgl. Anlage 2, Tab. 2). Hierbei ergaben sich Überschreitungen des Prüfwertes gemäß BBodSchV für Antimon (10 µg/l) bei beiden Teilflächen (TF1: 140 µg/l; TF2: 180 µg/l). Weiterhin überschreiten die Werte der Parameter Blei und Kupfer von 78 µg/l bzw. 58 µg/l der Teilfläche 2 die Prüfwerte der BBodSchV (Blei: 25 µg/l, Kupfer: 50 µg/l). Die ermittelten Gehalte sind zunächst Grundlage der Sickerwasserprognose im folgenden Kapitel 7.3.3.

In Hinblick auf eine mögliche Entsorgung von Aushubmaterial ist zu berücksichtigen, dass die Feststoffwerte für Blei und Kupfer der Flächen 1, 2 und 4 über dem Zuordnungswert Z2 liegen (vgl. Tabelle 3 in Anlage 2). Weiterhin führt der hohe Antimon-gehalt im Eluat (Tabelle 4, Anhang 2) von TF1 und TF2 zu einer Einordnung in die Deponieklasse III der DepV.

### **7.3.3 Computergestützte Sickerwasserprognose mit ALTEX 1-D**

#### **7.3.3.1 Analytische Lösung der 1D-Transportgleichung mit Excel (ALTEX 1-D)**

Auf altlastenverdächtigen Flächen sieht die BBodSchV /3/ für die Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser die Durchführung einer Sickerwasserprognose vor. Das Berechnungs-Instrument ALTEX-1D (Analytische Lösung der 1D-Transportgleichung mit Excel) ermöglicht eine quantifizierende Abschätzung des durch Sickerwasser verursachten Stoffeintrages in das Grundwasser /9/.

Ziel der Sickerwasserprognose ist eine fachlich begründete Aussage treffen zu können, ob am Ort der Beurteilung aktuell oder zukünftig eine Überschreitung von Prüfwerten oder Geringfügigkeitsschwellen (GFS) zu erwarten ist.

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes**

ALTEX-1D erfordert für die Berechnungen von Stoffeinträgen in das Grundwasser die Eingabe von Parametern zur Standortbeschreibung, zur Charakterisierung der Quelle sowie zur Transportbetrachtung. Die Standortbeschreibung setzt sich aus der Definition der kontaminierten Fläche und Transportstrecke (Ort der Beurteilung, Oberkante und Unterkante Quelle), Angaben zum Wasserhaushalt (Sickerwasserrate) sowie aus Kennwerten zum Schichtenprofil und zum Boden (Bodenart, Feldkapazität, Trockenraumdichte) zusammen /9/.

Zur Beschreibung der Quelle ist die Eingabe nur einer Schadstoffsubstanz möglich (keine Summenparameter wie z.B. KW-Index). Neben der Angabe des Prüfwertes (gem. BBodSchV /3/) oder der GFS (LAWA /10/) sind Eingaben zum Gesamtgehalt, zur Quellkonzentration, zur möglichen Vorbelastung der Transportstrecke sowie zum mobilisierbaren Anteil des Stoffes erforderlich.

Zur Abschätzung der zu erwartenden Schadstoffkonzentration im Sickerwasser wird zwischen zwei Arten des Zeitverhaltens für die Freisetzung unterschieden. Die Fallkonstellation A bezieht sich dabei auf eine lösungslimitierte Freisetzung des Schadstoffes. Bis zur Erschöpfung der Quelle ist die Konzentration dabei annähernd konstant. Die Fallkonstellation B hingegen geht von einer verfügbarkeitslimitierten Freisetzung eines Schadstoffes aus, wobei die Konzentration exponentiell abnimmt /9/.

Zuletzt ist auch eine Eingabe zur Transportbetrachtung des Schadstoffes erforderlich. Dabei sieht das Programm die Eingabe von Parametern zur Sorption (linearer Verteilungskoeffizient ( $k_d$ -Wert)), zur Dispersion und zur Abbaurate des Schadstoffes vor.

Nach Eingabe aller erforderlichen Parameter erfolgt die computergestützte Berechnung zur Ermittlung der Konzentrationen und Frachten des entsprechenden Schadstoffes für den Ort der Beurteilung.

### **7.3.3.2 Ergebnisse der computergestützten Sickerwasserprognose mit ALTEX 1-D**

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen wurden im Bereich des Schießplatzes auf dem ehemaligen Kasernengelände Kontaminationen des Untergrundes durch Antimon, Kupfer und Blei ermittelt.

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes**

### **7.3.3.3 Untergrundaufbau**

Zur Durchführung der Sickerwasserprognose wurde der an Ansatzpunkt RKS 1 ange-  
troffene Untergrundaufbau berücksichtigt. Dabei wird eine 40 cm mächtige Auffül-  
lungsschicht aus Feinsand und geringfügigen Beimengungen an Bauschutt und von  
einer 2 m mächtigen Geschiebelehmschicht (Schluff, sandig, tonig, schwach kiesig)  
unterlagert. Unterhalb des Geschiebelehms wurde schluffiger Ton bis zur Endteufe  
in 3,4 m erbohrt. Es ist nach Erkenntnis bereits durchgeführter Untersuchungen [2],  
[3] zu vermuten, dass unter der Tonschicht, der verwitterte, klüftige Tonstein an-  
steht.

Das Grundwasser wurde nicht erbohrt. Auf Grundlage bereits durchgeführter Unter-  
suchungen [2], [3] ist davon auszugehen, dass sich der Ort der Beurteilung (OdB,  
Übergang der gesättigten zur ungesättigten Zone) voraussichtlich tiefer als 5 m unter  
GOK befindet. Das klüftige Festgestein besitzt jedoch keine oder nur geringe Filter-  
eigenschaften, sodass im sehr ungünstigen Fall die OK Festgestein als OdB ange-  
nommen werden sollte, sodass hier der OdB in 3,4 m Tiefe gewählt wurde. Die  
folgenden durchgeführten Berechnungen bilden somit eine Sickerwasserprognose in  
einem sehr ungünstigen Fall hinsichtlich der Sickerstrecke und dem OdB sowie auch  
der Quellkonzentration und des Gesamtgehaltes des jeweiligen Schadstoffes ab.

Für eine Feststoffmischprobe der Teilflächen 1 und 2 wurde ein pH-Wert von 7,7  
ermittelt, der in den durchgeführten Sickerwasserprognosen angewandt wurde. Die  
kontaminierte Fläche ist etwa 250 m<sup>2</sup> groß, sodass diese Flächengröße bei der Be-  
rechnung berücksichtigt wurde.

Für die unten dargestellten Berechnungen wurde hinsichtlich des Freisetzungsver-  
haltens des jeweiligen Schadstoffes die Fallkonstellation A (Lösungslimitierte Schad-  
stofffreisetzung) gewählt.

### **7.3.3.4 Kupfer**

Für die im Folgenden beschriebene Berechnung mit ALTEX 1-D wurde von einem  
Kupfergehalt im Feststoff von 670 mg/kg ausgegangen. Ferner wurden Eluatgehalte  
von bis zu 58 µg/l ermittelt, sodass diese als Quellkonzentration angenommen wur-  
de.

Der Prüfwert der BBodSchV (Wirkungspfad Boden – Grundwasser) für Kupfer be-  
trägt 50 µg/l. Weitere in dem Excel-Programm eingegebene Randparameter können  
den in der Anlage 5 zusammengestellten Ergebnisprotokollen entnommen werden.

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes**

Die Berechnung mit ALTEX 1-D ergab bei Berücksichtigung der oben beschriebenen Randbedingungen, dass sich für Kupfer im Bereich des Schießplatzes rechnerisch erst nach über 40.000 Jahren eine Prüfwertüberschreitung am Ort der Beurteilung ergeben würde. Auch in einem sauren Milieu (pH-Wert ca. 3) wäre gemäß der Berechnung eine Prüfwertüberschreitung erst nach etwa 1.000 Jahren zu erwarten.

### **7.3.3.5 Blei**

Der Prüfwert der BBodSchV (Wirkungspfad Boden – Grundwasser) für Blei beträgt 25 µg/l. In der Eluatprobe der Teilfläche 2 wird der Prüfwert mit 78 µg/l überschritten. Zur „worst-case-Betrachtung“ wird als Gesamtgehalt von dem maximal ermittelten Gehalt von 5.000 mg/kg (TF 2, 0 – 30 cm) ausgegangen. Blei stellt ein vergleichsweise sehr immobiles Schwermetall dar, sodass gemäß der durchgeführten Sickerwasserprognose unter den genannten Randbedingungen keine Prüfwertüberschreitung am Ort der Beurteilung zu erwarten ist.

### **7.3.3.6 Antimon**

Der Prüfwert der BBodSchV (Wirkungspfad Boden – Grundwasser) für Antimon von 10 µg/l wird in den analysierten Eluatproben um ein Vielfaches überschritten. Für die durchgeführte Sickerwasserprognose wurden jeweils die höchsten ermittelten Analysenwerte im Feststoff von 312 mg/kg (TF 2 0 – 30 cm) und im Eluat von 180 µg/l (TF 2 0 – 30 cm) angenommen. Die Beschreibung zum Untergrundaufbau entspricht den bereits gemachten Angaben. Die weiteren eingegebenen Randparameter können wiederum den in der Anlage 5 zusammengestellten Ergebnisprotokollen entnommen werden.

Im Gegensatz zu den Schwermetallen Kupfer und Blei sinkt der Wert des linearen Verteilungskoeffizient (Kd-Wert: sorbierte Konzentration (mg/kg) / gelöste Konzentration (mg/l)) mit Zunahme des pH-Wertes. Mit steigendem pH-Wert sinkt folglich die sorbierte und steigt die gelöste Konzentration von Antimon. Für den gesamten Untergrundaufbau wurde ein kd-Wert von 8,7 l/kg errechnet (Vergleich: Kd-Wert Blei: 26.205 l/kg).

Aufgrund des vergleichsweise höheren in Lösung befindlichen Anteils ist eine Prüfwertüberschreitung für Antimon gemäß der Sickerwasserprognose nach einigen Jahrzehnten zu erwarten (errechneter Zeitpunkt der PW-Überschreitung: 78 Jahre). Die maximale Quellkonzentration von 180 µg/l wäre hingegen rechnerisch erst nach über 2.000 Jahren am Ort der Beurteilung zu erwarten.

## **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes**

### **8 Zusammenfassende Bewertung**

Die Fortführung des Konversionsprozesses für die Kaserne Am Limberg sieht die weitere Entfernung der baulichen Anlagen im östlichen Waldstück vor.

Auf Basis zweier Angebote vom 19. und 21. Mai 2015 wurde die Umttec Prof. Bienen I Sasse I Konertz, Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB, mit Schreiben vom 08. Juli 2015 durch die Stadt Osnabrück, Fachbereich Städtebau, mit der Erstellung eines entsprechenden Gebäudeschadstoffkatasters und der Untersuchung des Schießplatzes beauftragt.

Ziel der aktuellen Untersuchungen war es, ein Schadstoffkataster für den selektiven bzw. kontrollierten Rückbau der technischen Anlagen zu erstellen und die im Jahr 2009 durch die Firma Wessling Beratende Ingenieure GmbH durchgeführten Untersuchungen am Schießplatz zu ergänzen und den Verdacht einer Schutzgutgefährdung auszuräumen. Hierzu waren für das gesamte ca. 750 m<sup>2</sup> umfassende Grundstück der Schießanlage weitere Bodenuntersuchungen durchzuführen.

Zur näheren Eingrenzung des Belastungsbereiches und zur Bewertung einer Schutzgutgefährdung wurden tiefenhorizontierte Mischproben mittels Bohrstocksondierungen aus 7 Teilflächen entnommen und auf Schwermetalle gem. AbfKlärV /8/ zzgl. Arsen und Antimon analysiert. Ferner wurden die Schwermetallgehalte in ausgewählten Proben ebenfalls im Eluat bestimmt.

Zur Prüfung einer möglichen Grundwassergefährdung wurde für die Parameter Kupfer, Blei und Antimon eine Sickerwasserprognose mit dem Berechnungs-Instrument ALTEX 1-D durchgeführt. Für Kupfer ist gemäß der Berechnung erst nach über 40.000 Jahren mit einer Prüfwertüberschreitung zu rechnen. Für das Schwermetall Blei ergibt sich unter Berücksichtigung der angenommenen Randbedingungen keine Prüfwertüberschreitung.

Für das Halbmetall Antimon hingegen wurde gemäß der Berechnung in ALTEX 1-D eine Prüfwertüberschreitung nach 78 Jahren ermittelt. Es ist jedoch hinzuzufügen, dass für die durchgeführten Sickerwasserprognosen von einer ungünstigen Fallbeurteilung hinsichtlich der Sickerwasserstrecke, dem Ort der Beurteilung sowie der Quell- und Gesamtkonzentration ausgegangen wurde. Ferner ist darauf hinzuweisen, dass die Eingangskonzentrationen nur Teilflächen des Schießplatzes repräsentieren und daher von nur geringen Schadstofffrachten auszugehen wäre. Ein Sanierungsbedarf für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser ist daher auf Basis der ermittelten Daten nicht festzustellen.

**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

Die für den Gefährdungspfad Boden-Mensch relevanten Feststoffgehalte, überschreiten für die Teilflächen 1, 2 und 4 (vgl. Abbild 1 in Anlage 1 den Prüfwert der BBodSchV /3/ für Park- und Freizeitflächen beim Parameter Blei (1.000 mg/kg) mit Werten von bis zu 5.000 mg/kg.

Die tatsächliche Nutzung (Wald) weicht jedoch vom Nutzungsszenario Park- und Freizeitflächen ab und weist somit auch bei im Umfeld grundsätzlich geplanter Freizeitnutzung eine geringere Aufenthaltsdauer bzw. Nutzungsintensität auf. Ein Gefahrenverdacht kann bei überschlägiger Betrachtung zumindest für die Teilfläche 1 (2.700 mg/kg) nicht mehr abgeleitet werden. Gleichfalls kann er für die Teilflächen 2 und 4 mit vergleichsweise hoher Bleibelastung von 4.690 mg/kg bzw. 5.000 mg/kg nicht schon als ausgeräumt gelten.

Es wird daher empfohlen, die obere Bodenschicht (bis 0,3 m) im Zuge der Abbrucharbeiten in den Bereichen der Teilflächen 2 und 4 insoweit aufzunehmen, wie sie nicht ohnehin durch eine Anfüllung der Grube vor dem Kugelfang überdeckt werden.

In Anbetracht einer Entsorgung des kontaminierten Aushubmaterials sei darauf hingewiesen, dass aufgrund von erhöhten Blei- und Kupfergehalten, das Material über dem Zuordnungswert Z2 der LAGA /4/ liegen kann. Weiterhin fallen die ermittelten Antimongehalte der analysierten Proben TF1 (30-60 cm) und TF2 (0-30 cm) des Eluats in die Deponieklasse III gem. DepV /7/.

Osnabrück, im November 2015

Bearbeiter:  
Dipl.-Geogr. Ralf Badtke  
Dipl.-Geol. Christoph Meyer

gez. i.A. Meyer

# **Kaserne Am Limberg in Osnabrück, Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß- platzes**

## **9 Literaturverzeichnis**

- |     |      |                                                                                                                                                                                                |
|-----|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| /1/ | N.N. | LBEG (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie – Niedersachsen), Bodenkundliche und geologische Daten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS, Zugriff: Oktober 2015           |
| /2/ | N.N. | Gesetz zum Schutz des Bodens, Artikel 1: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz-BBodSchG), vom 6.2.1998                |
| /3/ | N.N. | Bundes - Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), Fassung vom 16. Juli 1999                                                                                                            |
| /4/ | N.N. | LAGA-Mitteilung 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen, Technische Regeln, 5. erweiterte Auflage, November 2004.                              |
| /5/ | N.N. | LAGA Bauschutt: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln, Stand: 06.11.1997.                                                      |
| /6/ | LABO | Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten - Informationsblatt für den Vollzug, Stand: 01.09.2008 |
| /7/ | N.N. | Deponieverordnung (DepV) vom 27. April 2009, Bundesgesetzblatt, Teil I, S. 900ff mit Änderung durch Artikel 7 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. Teil I S. 973), 2009                       |
| /8/ | N.N. | Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vom 15. April 1992, Bundesgesetzblatt, Teil I, S. 912 - 934; 1992                                                                                             |
| /9/ | N.N. | Sickerwasserprognose bei der Altlastenbearbeitung (ALTEX 1-D), Veranstaltungsunterlagen BEW                                                                                                    |

**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

29.05.2013, Veranstaltungsstab: Stefan Schroers (LA-  
NUV), Bernhard Engeser (LBEG)

/10/      LAWA

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das  
Grundwasser, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser,  
Düsseldorf, 2004



**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

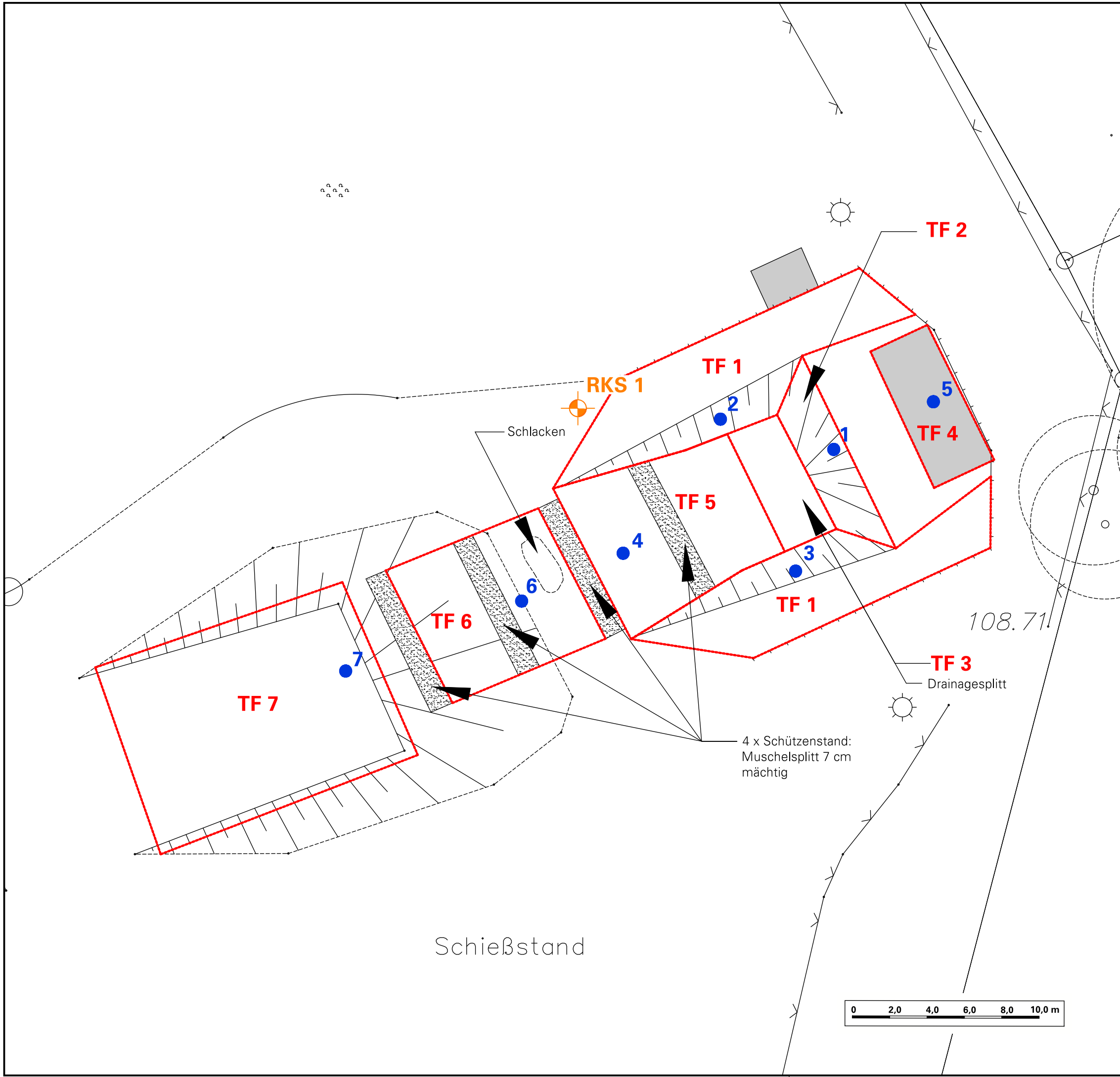
**Anlagen**

**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

**Anlage 1**

**Abbilder**

Abbild 1:            Lageplan mit Darstellung der Bodenuntersuchung, M: 1:200



**Legende:**

- Teilfläche
- 1 Handschurf (Umtec 2015)
- RKS Rammkernsondierung (Umtec 2015)

|               |           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |  |
|---------------|-----------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--|
| Projekt       |           |  | Kaserne Am Limberg in Osnabrück<br>Schießplatz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |  |
| Auftraggeber  |           |  | Stadt Osnabrück, Fachbereich Städtebau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |  |
| Planverfasser |           |  | <div><div><div>Umtec</div><div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div>Umtec   Prof. Biener   Sasse   Konertz</div><div>Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB</div><div>Hafenwende 7<br/>28357 Bremen</div><div>Telefon: 0421 / 20759 - 0<br/>E-Mail: info@umtec-partner.de<br/>www.umtec-partner.de</div></div></div> |                   |  |
| Projekt-Nr    | U215515   |  | Leistungsphase                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Bodenuntersuchung |  |
| bearbeitet    | Badtke    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Datum             |  |
| gezeichnet    | Skrobisch |  | Plandarstellung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1:200             |  |
| geprüft QS    | kk        |  | geprüft vP/Pl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Blatt             |  |
|               | cm        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Abbild 1          |  |

U:\21h\U215515\_SK\_Kaserne Am Limberg\_OS\04\_Pläne\CAD\U215515\_Kaserne\_Limberg\_Schießplatz.dwg

**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

**Anlage 2**

**Tabellen**

|            |                                                                                             |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabelle 1: | Zusammenstellung der Feststoffanalysenergebnisse des Schießplatzes                          |
| Tabelle 2  | Zusammenstellung der Eluatanalysenergebnisse des Schießplatzes                              |
| Tabelle 3: | Zusammenstellung der Ergebnisse der Feststoffanalysen des Schießplatzes für die Deklaration |
| Tabelle 4: | Zusammenstellung der Ergebnisse der Eluatanalysen des Schießplatzes für die Deklaration     |

# Kaserne Am Limberg

## Schadstoffkataster und

### Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes

| Probennummer           |           | TF1     | TF2     | TF4    | TF5     | TF6     | Prüfwert<br>BBodSchV<br>Wirkungspfad<br>Boden - Mensch<br>Park- u.<br>Freizeitanlagen | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) |     |     |      |
|------------------------|-----------|---------|---------|--------|---------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----|-----|------|
|                        |           |         |         |        |         |         |                                                                                       | Zuordnungswert                          |     |     |      |
| Entnahmetiefe          | cm u. GOK | 0 - 30  | 0 - 30  | 0 - 30 | 0 - 30  | 0 - 30  |                                                                                       | Z0                                      | Z0* | Z1  | Z2   |
| Trockenrückstand 105°C | %         | 84,8    | 82,2    | 90,8   | 80,6    | 86,9    |                                                                                       |                                         |     |     |      |
| Antimon                | mg/kg     | 135     | 312     | 173    | 40,8    | 4,8     |                                                                                       |                                         |     |     |      |
| Arsen                  | mg/kg     | 10      | 9,5     | 7,4    | 18      | 9,7     | 125                                                                                   | 10                                      | 15  | 45  | 150  |
| Blei                   | mg/kg     | 2.700   | 5.000   | 4.690  | 680     | 93      | 1.000                                                                                 | 40                                      | 140 | 210 | 700  |
| Cadmium                | mg/kg     | 0,22    | 0,16    | < 0,1  | < 0,1   | < 0,1   | 50                                                                                    | 0,4                                     | 1   | 3   | 10   |
| Chrom gesamt           | mg/kg     | 13      | 15      | 14     | 22      | 8,1     | 1.000                                                                                 | 30                                      | 120 | 180 | 600  |
| Kupfer                 | mg/kg     | 600     | 670     | 590    | 270     | 100     |                                                                                       | 20                                      | 80  | 120 | 400  |
| Nickel                 | mg/kg     | 11      | 12      | 9,1    | 15      | 6,3     | 350                                                                                   | 15                                      | 100 | 150 | 500  |
| Quecksilber            | mg/kg     | 0,15    | 0,19    | 0,14   | 0,19    | < 0,1   | 50                                                                                    | 0,1                                     | 1   | 1,5 | 5    |
| Zink                   | mg/kg     | 140     | 210     | 110    | 230     | 97      |                                                                                       | 60                                      | 300 | 450 | 1500 |
| Probennummer           |           | TF1     | TF2     |        | TF5     | TF6     |                                                                                       |                                         |     |     |      |
| Entnahmetiefe          | cm u. GOK | 30 - 60 | 30 - 60 |        | 30 - 60 | 30 - 60 |                                                                                       |                                         |     |     |      |
| Trockenrückstand 105°C | %         | 89,5    | 86,6    |        | 88,6    | 90      |                                                                                       |                                         |     |     |      |
| Antimon                | mg/kg     | 144     | 48,5    |        | 1,3     | 8       |                                                                                       |                                         |     |     |      |
| Arsen                  | mg/kg     | 8,3     | 12      |        | 11      | 6,8     | 125                                                                                   | 10                                      | 15  | 45  | 150  |
| Blei                   | mg/kg     | 2.880   | 1.290   |        | 20      | 150     | 1.000                                                                                 | 40                                      | 140 | 210 | 700  |
| Cadmium                | mg/kg     | < 0,1   | < 0,1   |        | < 0,1   | < 0,1   | 50                                                                                    | 0,4                                     | 1   | 3   | 10   |
| Chrom gesamt           | mg/kg     | 15      | 20      |        | 28      | 11      | 1.000                                                                                 | 30                                      | 120 | 180 | 600  |
| Kupfer                 | mg/kg     | 480     | 380     |        | 24      | 80      |                                                                                       | 20                                      | 80  | 120 | 400  |
| Nickel                 | mg/kg     | 12      | 21      |        | 21      | 9,7     | 350                                                                                   | 15                                      | 100 | 150 | 500  |
| Quecksilber            | mg/kg     | 0,18    | 0,25    |        | 0,14    | 0,1     | 50                                                                                    | 0,1                                     | 1   | 1,5 | 5    |
| Zink                   | mg/kg     | 130     | 88      |        | 52      | 88      |                                                                                       | 60                                      | 300 | 450 | 1500 |

> Z2

# Kaserne Am Limberg Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes

| Probennummer           |           | TF1     | TF2    |  |  |  | Prüfwert<br>BBodSchV<br>Wirkungspfad<br>Boden -<br>Grundwasser | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) |     |    |    |
|------------------------|-----------|---------|--------|--|--|--|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----|----|----|
| Entnahmedatum          |           |         |        |  |  |  |                                                                | Zuordnungswert                          |     |    |    |
| Entnahmetiefe          | cm u. GOK | 30 - 60 | 0 - 30 |  |  |  |                                                                | Z0                                      | Z0* | Z1 | Z2 |
| Trockenrückstand 105°C | %         | 88,2    | 84,2   |  |  |  |                                                                |                                         |     |    |    |
| Antimon                | µg/l      | 140     | 180    |  |  |  | 10                                                             | -                                       | -   | -  | -  |
| Arsen                  | µg/l      | < 10    | < 10   |  |  |  | 10                                                             | -                                       | -   | -  | -  |
| Blei                   | µg/l      | 22      | 78     |  |  |  | 25                                                             | -                                       | -   | -  | -  |
| Cadmium                | µg/l      | < 1     | < 1    |  |  |  | 5                                                              | -                                       | -   | -  | -  |
| Chrom gesamt           | µg/l      | < 10    | < 10   |  |  |  | 50                                                             | -                                       | -   | -  | -  |
| Kupfer                 | µg/l      | 16      | 58     |  |  |  | 50                                                             | -                                       | -   | -  | -  |
| Nickel                 | µg/l      | < 10    | < 10   |  |  |  | 50                                                             | -                                       | -   | -  | -  |
| Quecksilber            | µg/l      | < 1     | < 1    |  |  |  | 1                                                              | -                                       | -   | -  | -  |
| Zink                   | µg/l      | < 10    | 34     |  |  |  | 500                                                            | -                                       | -   | -  | -  |

bearbeitet: cs, 09.11.15

Tabelle 2: Zusammenstellung der Eluatanalysergebnisse des Schießplatzes

# Kaserne Am Limberg in Osnabrück

## Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schießplatzes

|                       |       |                        |                        |                        | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) |                             |                          |                          | Deponieverordnung      |         |        |         |        |
|-----------------------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|---------|--------|---------|--------|
|                       |       |                        |                        |                        | Zuordnungswert                          |                             |                          |                          | Zuordnungswerte DepV   |         |        |         |        |
| Proben-Nr.            |       | TF1                    | TF2                    | TF7                    | TF1 30-60 +<br>TF2 0-30                 | Z 2-Wert <sup>1)</sup>      | Z 1.2-Wert <sup>1)</sup> | Z 1.1-Wert <sup>2)</sup> | Z 0-Wert <sup>1)</sup> | DK 0    | DK I   | DK II   | DK III |
| Entnahmedatum         |       |                        |                        |                        |                                         |                             |                          |                          |                        |         |        |         |        |
| Entnahmetiefe         |       | 30 - 60                | 0 - 30                 | 0 - 60                 | 30-60, 0-30                             |                             |                          |                          |                        |         |        |         |        |
| entnommenes Material  |       | Boden                  | Boden                  | Boden                  | Boden                                   |                             |                          |                          |                        |         |        |         |        |
| Entnahmeort - Gebäude |       | Schießplatz<br>Limberg | Schießplatz<br>Limberg | Schießplatz<br>Limberg | Schießplatz<br>Limberg                  |                             |                          |                          |                        |         |        |         |        |
| Trockenrückstand      | %     | 89,5                   | 82,2                   | 88,4                   | 87,0                                    |                             |                          |                          |                        |         |        |         |        |
| Glühverlust           | Ma.-% | -                      | -                      | -                      | 4,60                                    |                             |                          |                          |                        | ≤ 3     | ≤ 3    | ≤ 5     | ≤ 10   |
| lipophile Stoffe      | %     | -                      | -                      | -                      | < 0,03                                  |                             |                          |                          |                        |         |        |         |        |
| TOC                   | Ma.-% | -                      | -                      | -                      | 2,00                                    | 5                           | 1,5                      | 0,5                      | 0,5                    | ≤ 1     | ≤ 1    | ≤ 3     | ≤ 6    |
| EOX                   | mg/kg | -                      | -                      | -                      | -                                       | 10                          | 3                        | 1                        | 1                      |         |        |         |        |
| Cyanid gesamt         | mg/kg | -                      | -                      | -                      | -                                       | 10                          | 3                        |                          |                        |         |        |         |        |
| Arsen                 | mg/kg | 8,3                    | 9,5                    | 8,3                    | -                                       | 150,00                      | 45,00                    | 15,00                    | 10,00                  |         | 500,00 | 1000,00 |        |
| Blei                  | mg/kg | 2.880                  | 5.000                  | 47                     | -                                       | 700                         | 210                      | 140                      | 40                     |         | 3000   | 6000    |        |
| Cadmium               | mg/kg | < 0,1                  | 0,16                   | < 0,1                  | -                                       | 10,00                       | 3,00                     | 1,00                     | 0,40                   |         | 100,00 | 200,00  |        |
| Chrom gesamt          | mg/kg | 15                     | 15                     | 9,1                    | -                                       | 600                         | 180                      | 120                      | 30                     |         | 4000   | 8000    |        |
| Kupfer                | mg/kg | 480                    | 670                    | 48                     | -                                       | 400                         | 120                      | 80                       | 20                     |         | 6000   | 12000   |        |
| Nickel                | mg/kg | 12                     | 12                     | 6,9                    | -                                       | 500                         | 150                      | 100                      | 15                     |         | 2000   | 4000    |        |
| Quecksilber           | mg/kg | 0,18                   | 0,19                   | < 0,1                  | -                                       | 5                           | 1,5                      | 1                        | 0,1                    |         | 150    | 300     |        |
| Thallium              | mg/kg | -                      | -                      | -                      | -                                       | 7                           | 2,1                      | 0,7                      | 0,4                    |         |        |         |        |
| Zink                  | mg/kg | 130                    | 210                    | 75                     | -                                       | 1500                        | 450                      | 300                      | 60                     |         | 10000  | 20000   |        |
| KW-Index              | mg/kg | -                      | -                      | -                      | -                                       | 1.000 (2.000) <sup>1)</sup> | 300 (600) <sup>1)</sup>  | 200 (400) <sup>1)</sup>  | 100                    | (≤ 500) | 4000   | 8000    |        |
| Benzo(a)pyren*        | mg/kg | -                      | -                      | -                      | -                                       | 3,00                        | 0,90                     | 0,60                     | 0,30                   |         |        |         |        |
| PAK (EPA)             | mg/kg | -                      | -                      | -                      | -                                       | 30,00                       | 3 (9) <sup>2)</sup>      | 3,00                     | 3,00                   | ≤ 30    | 500,00 | 1000,00 |        |
| Summe BTEX            | mg/kg | -                      | -                      | -                      | -                                       | 1                           | 1                        | 1                        | 1                      | ≤ 6     | 30     | 60      |        |
| Summe 6 PCB 028-180   | mg/kg | -                      | -                      | -                      | -                                       |                             |                          |                          |                        |         |        |         |        |
| Summe 7 PCB (PCB 118) | mg/kg | -                      | -                      | -                      | -                                       | 0,500                       | 0,150                    | 0,100                    | 0,050                  | ≤ 1     | 30,000 | 60,000  |        |
| LHKW                  | mg/kg | -                      | -                      | -                      | -                                       | 1                           | 1                        | 1                        | 1                      |         | 10     | 25      |        |

<sup>1)</sup> = Z2-, Z1.2-, Z1.1 und Z0-Wert = Zuordnungswerte der LAGA-Richtlinie "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Boden" (LAGA-Richtlinie Boden)

Tabelle 3: Zusammenstellung der Ergebnisse der Feststoffanalysen des Schießplatzes für die Deklaration

# Kaserne Am Limberg in Osnabrück

## Schadstoffkataster und

## Gutachten zur Gefährdungsabschätzung (Schießplatz)

|                                            |       |         |         |         | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) |                        |                          |                          | Deponieverordnung      |          |          |          |           |
|--------------------------------------------|-------|---------|---------|---------|-----------------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|----------|----------|----------|-----------|
|                                            |       |         |         |         | Zuordnungswert                          |                        |                          |                          | Zuordnungswerte DepV   |          |          |          |           |
| Proben-Nr.                                 |       | TF1     | TF2     | TF 7    | TF1 30-60 +<br>TF2 0-30                 | Z 2-Wert <sup>1)</sup> | Z 1.2-Wert <sup>1)</sup> | Z 1.1-Wert <sup>1)</sup> | Z 0-Wert <sup>1)</sup> | DK 0     | DK I     | DK II    | DK III    |
| Entnahmedatum                              |       |         |         |         |                                         |                        |                          |                          |                        |          |          |          |           |
| Entnahmetiefe                              | cm    | 30 - 60 | 0 - 30  | 0 - 60  | 30-60, 0-30                             |                        |                          |                          |                        |          |          |          |           |
| entnommenes<br>Material                    |       | Boden   | Boden   | Boden   | Boden                                   |                        |                          |                          |                        |          |          |          |           |
| Entnahmeort -<br>Gebäude                   |       |         |         |         |                                         |                        |                          |                          |                        |          |          |          |           |
| pH-Wert                                    | -     | -       | -       | -       | 7,7                                     | 5,5 - 12               | 6 - 12                   | 6,5 - 9,5                | 6,6 - 9,5              | 5,5 - 13 | 5,5 - 13 | 5,5 - 13 | 4-13      |
| Leitfähigkeit                              | µS/cm | -       | -       | -       | 60,0                                    | 1500,0                 | 1000,0                   | 500,0                    | 500,0                  |          |          |          |           |
| Phenolindex                                | µg/l  | -       | -       | -       | < 0,01                                  | 100,0                  | 50,0                     | 10,0                     | <10                    | ≤ 100    | ≤ 200    | ≤ 50.000 | ≤ 100.000 |
| Cl <sup>-</sup>                            | mg/l  | -       | -       | -       | < 1                                     | 30,0                   | 20,0                     | 10,0                     | 10,0                   | ≤ 80     | ≤ 1500   | ≤ 1500   | ≤ 2500    |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>              | mg/l  | -       | -       | -       | 8,9                                     | 150,0                  | 100,0                    | 50,0                     | 50,0                   | ≤ 100    | ≤ 2000   | ≤ 2000   | ≤ 5000    |
| As                                         | µg/l  | < 0,010 | < 0,010 | -       | -                                       | 60,0                   | 40,0                     | 10,0                     | 10,0                   | ≤ 50     | ≤ 200    | ≤ 200    | ≤ 2500    |
| Pb                                         | µg/l  | 0,022   | 0,078   | -       | -                                       | 200,0                  | 100,0                    | 40,0                     | 20,0                   | ≤ 50     | ≤ 200    | ≤ 1000   | ≤ 5000    |
| Cd                                         | µg/l  | < 0,001 | < 0,001 | -       | -                                       | 10,0                   | 5,0                      | 2,0                      | 2,0                    | ≤ 4      | ≤ 50     | ≤ 100    | ≤ 500     |
| Cr gesamt                                  | µg/l  | < 0,010 | < 0,010 | -       | -                                       | 150,0                  | 75,0                     | 30,0                     | 15,0                   | ≤ 50     | ≤ 300    | ≤ 1000   | ≤ 7000    |
| Cu                                         | µg/l  | 0,016   | 0,058   | -       | -                                       | 300,0                  | 150,0                    | 50,0                     | 50,0                   | ≤ 200    | ≤ 1000   | ≤ 5000   | ≤ 10000   |
| Ni                                         | µg/l  | < 0,010 | < 0,010 | -       | -                                       | 200,0                  | 150,0                    | 50,0                     | 40,0                   | ≤ 40     | ≤ 200    | ≤ 1000   | ≤ 4000    |
| Hg                                         | µg/l  | < 0,001 | < 0,001 | -       | -                                       | 2,0                    | 1,0                      | 0,2                      | 0,2                    | ≤ 1      | ≤ 5      | ≤ 20     | ≤ 200     |
| Zn                                         | µg/l  | < 0,010 | 0,034   | -       | -                                       | 600,0                  | 300,0                    | 100,0                    | 100,0                  | ≤ 400    | ≤ 2000   | ≤ 5000   | ≤ 20000   |
| Cyanid, ges.                               | µg/l  | -       | -       | -       | -                                       |                        |                          |                          |                        |          |          |          |           |
| Cyanid, leicht<br>freisetzbar              | mg/l  | -       | -       | -       | < 0,005                                 |                        |                          |                          |                        | ≤ 0,01   | ≤ 0,1    | ≤ 0,5    | ≤ 1       |
| Fluorid                                    | mg/l  | -       | -       | -       | < 0,5                                   |                        |                          |                          |                        | ≤ 1      | ≤ 5      | ≤ 15     | ≤ 0,4     |
| Ba                                         | mg/l  | -       | -       | -       | 0,0100                                  |                        |                          |                          |                        | ≤ 0,5    | ≤ 0,5    | ≤ 15     | ≤ 50      |
| Sb                                         | mg/l  | 0,14    | 0,18    | < 0,010 | -                                       |                        |                          |                          |                        | ≤ 0,006  | ≤ 0,03   | ≤ 0,07   | ≤ 0,5     |
| Mo                                         | mg/l  | -       | -       | -       | < 0,005                                 |                        |                          |                          |                        | ≤ 0,05   | ≤ 0,3    | ≤ 1      | ≤ 3       |
| Se                                         | mg/l  | -       | -       | -       | < 0,001                                 |                        |                          |                          |                        | ≤ 0,01   | ≤ 0,03   | ≤ 0,05   | ≤ 0,07    |
| Gesamtgehalt an<br>gelösten<br>Feststoffen | mg/l  | -       | -       | -       | < 100                                   |                        |                          |                          |                        | ≤ 0,01   | ≤ 0,01   | ≤ 0,01   | ≤ 0,01    |
| DOC                                        | mg/l  | -       | -       | -       | 3,3                                     |                        |                          |                          |                        | ≤ 50     | ≤ 50     | ≤ 80     | ≤ 100     |

<sup>1)</sup> = Z2-, Z1.2-, Z1.1 und Z0-Wert = Zuordnungswerte der LAGA-Richtlinie "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen

Reststoffen/Abfällen - Boden" (LAGA-Richtlinie Boden)



**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

**Anlage 3**

**Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse (Umtec, Juni 2015)**

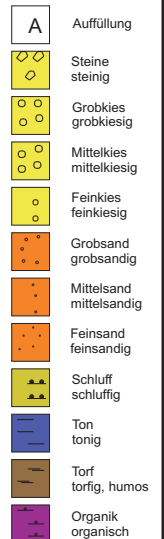
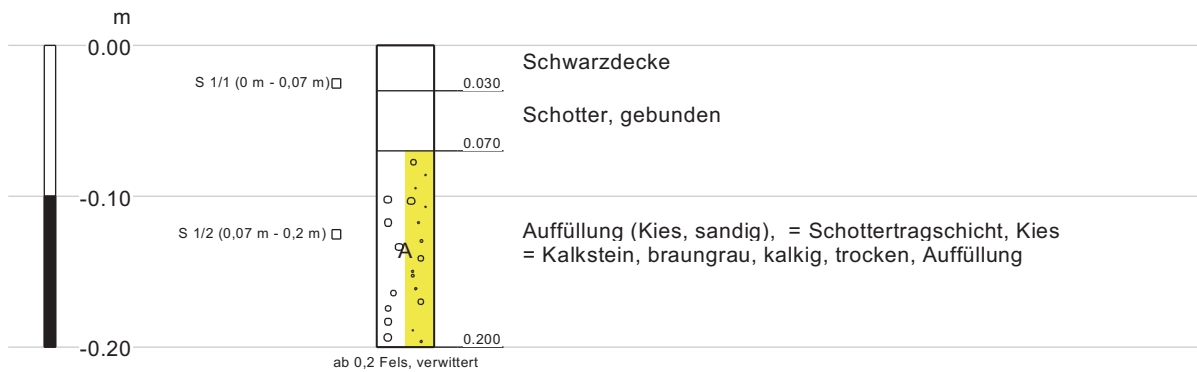
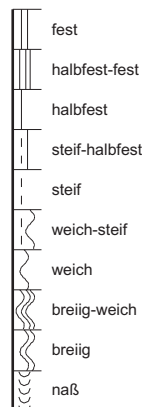
Datum der Bohrung: 02.07.2015

Temperatur: 24,8 °C

rel. Luftfeuchtigkeit: 54,0%

Luftdruck: 1014,7 hPa

S 1

**Legende**  
Bodenarten**Legende**  
Konsistenzen

Projekt:

 Zeichnerische Darstellung der Bohrergergebnisse  
**U215515 / Kaserne am Limberg**

Auftraggeber:



**Umtec** | Prof. Blener | Sasse | Konertz  
 Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen  
 Westerbreite 7  
 49084 Osnabrück  
 Telefon: 0541 / 977825 - 0  
 Telefax: 0541 / 977825 - 9  
 E-Mail: info@umtec-partner.de

Anlage: 1.01

Bearbeiter: msv

Maßstab: 1:5

Datum: 02.07.2015

**GEOTECHNIK GBR**
 Hintern Berge 15 • 49565 Bramsche  
 Tel. 0173 5258317 • Fax. 05407 8146658  
 info@vsv-geotechnik.de

Bezeichnung:

S 1

Datum der Bohrung: 02.07.2015

Temperatur: 25,9 °C

rel. Luftfeuchtigkeit: 51,0%

Luftdruck: 1014,6 hPa

S 2

**Legende**

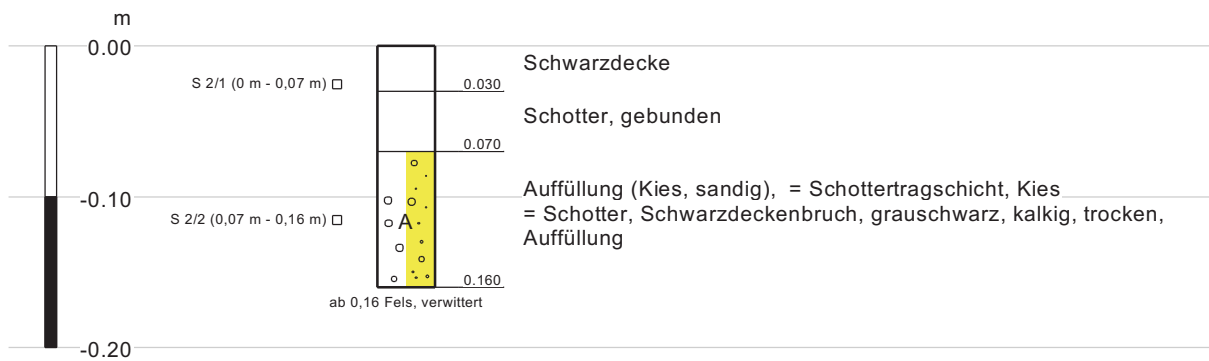
Bodenarten

- A** Auffüllung
- Steine steinig
- Grobkies grobkiesig
- Mittelkies mittelkiesig
- Feinkies feinkiesig
- Grobsand grobsandig
- Mittelsand mittelsandig
- Feinsand feinsandig
- Schluff schluffig
- Ton tonig
- Torf torfig, humos
- Organik organisch

**Legende**

Konsistenzen

- fest
- halbfest-fest
- halbfest
- steif-halbfest
- steif
- weich-steif
- weich
- breiig-weich
- breiig
- naß



Projekt:

Zeichnerische Darstellung der Bohrergergebnisse  
**U215515 / Kaserne am Limberg**

Auftraggeber:



**Umtec** | Prof. Blener | Sasse | Konertz  
 Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen  
 Westerbreite 7  
 49084 Osnabrück  
 Telefon: 0541 / 977825 - 0  
 Telefax: 0541 / 977825 - 9  
 E-Mail: info@umtec-partner.de

Anlage: 1.02

Bearbeiter: msv

Maßstab: 1:5

Datum: 02.07.2015

**GEOTECHNIK GBR**

Hinterm Berge 15 • 49565 Bramsche  
 Tel. 0173 5258317 • Fax. 05407 8146658  
 info@vsv-geotechnik.de

Bezeichnung:

S 2

Datum der Bohrung: 02.07.2015

# BK 1

## Legende

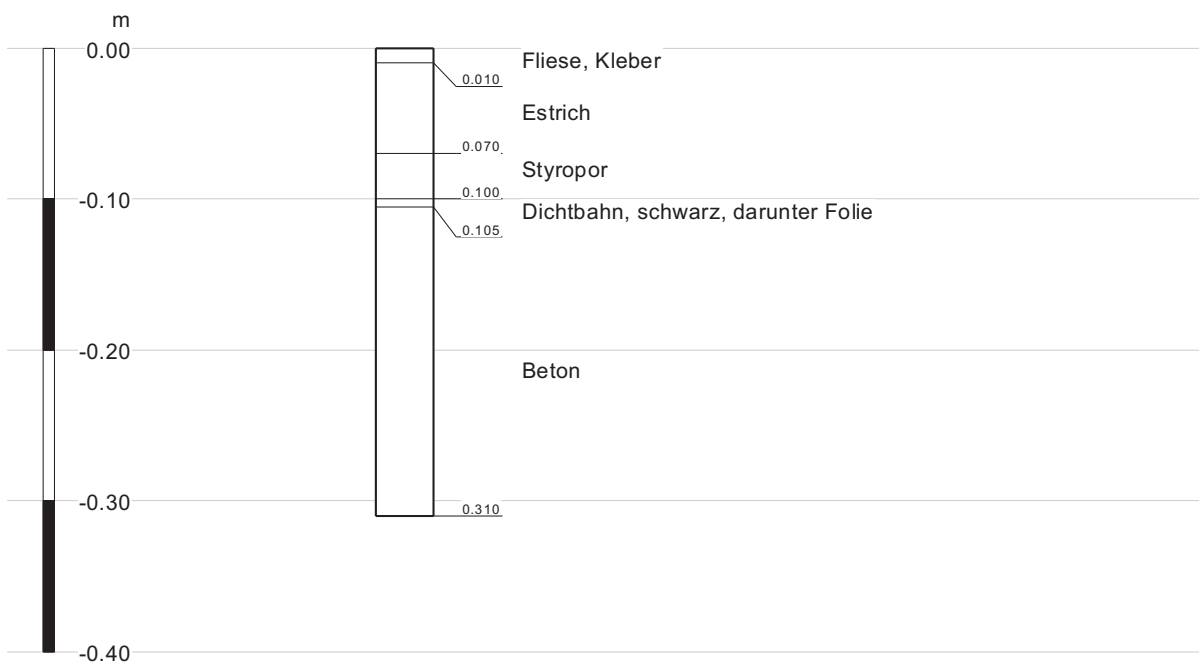
Bodenarten

- A Auffüllung
- Steine steinig
- Grobkies grobkiesig
- Mittelkies mittelkiesig
- Feinkies feinkiesig
- Grobsand grobsandig
- Mittelsand mittelsandig
- Feinsand feinsandig
- Schluff schluffig
- Ton tonig
- Torf torfig, humos
- Organik organisch

## Legende

Konsistenzen

- fest
- halbfest-fest
- halbfest
- steif-halbfest
- steif
- weich-steif
- weich
- breiig-weich
- breiig
- naß



Projekt:

Zeichnerische Darstellung der Bohrergergebnisse  
**U215515 / Kaserne am Limberg**

Auftraggeber:



**Umtec** | Prof. Blener | Sasse | Konertz  
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen  
Westerbreite 7  
49084 Osnabrück  
Telefon: 0541 / 977825 - 0  
Telefax: 0541 / 977825 - 9  
E-Mail: info@umtec-partner.de

Anlage: 1.03

Bearbeiter: msv

Maßstab: 1:5

Datum: 02.07.2015



**GEOTECHNIK GBR**

Hinterm Berge 15 • 49565 Bramsche  
Tel. 0173 5258317 • Fax. 05407 8146658  
info@vsv-geotechnik.de

Bezeichnung:

**BK 1**

Datum der Bohrung: 03.08.2015

Temperatur: 23,6 °C

rel. Luftfeuchtigkeit: 54,0%

Luftdruck: 1010,8 hPa

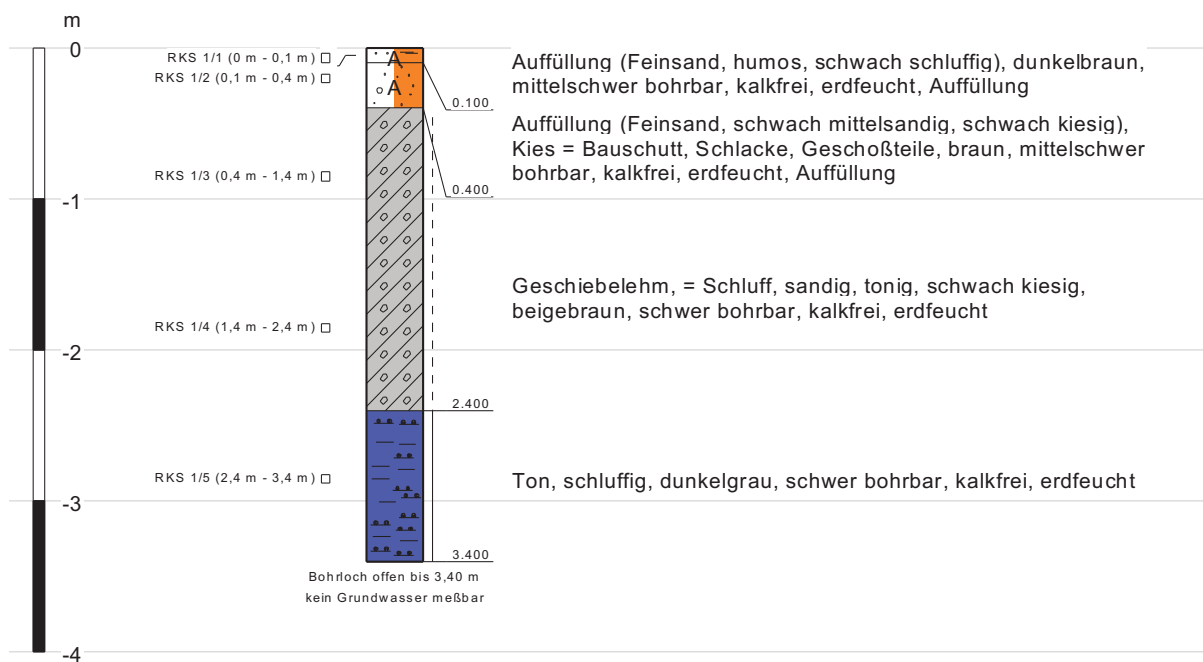
## RKS 1

Legende  
Bodenarten

- A Auffüllung
- Steine steinig
- Grobkies grobkiesig
- Mittelkies mittelkiesig
- Feinkies feinkiesig
- Grobsand grobsandig
- Mittelsand mittelsandig
- Feinsand feinsandig
- Schluff schluffig
- Ton tonig
- Torf torfig, humos
- Organik organisch

Legende  
Konsistenzen

- fest
- halbfest-fest
- halbfest
- steif-halbfest
- steif
- weich-steif
- weich
- breiig-weich
- breiig
- naß



Projekt:

Zeichnerische Darstellung der Bohrergergebnisse  
**U215515 / Kaserne am Limberg**

Auftraggeber:



**Umtec** | Prof. Blener | Sasse | Konertz  
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen  
Westerbreite 7  
49084 Osnabrück  
Telefon: 0541 / 977825 - 0  
Telefax: 0541 / 977825 - 9  
E-Mail: info@umtec-partner.de

Anlage: 1.04

Bearbeiter: msv

Maßstab: 1:25

Datum: 03.08.2015

**GEOTECHNIK GBR**

Hinterm Berge 15 • 49565 Bramsche  
Tel. 0173 5258317 • Fax. 05407 8146658  
info@vsv-geotechnik.de

Bezeichnung:

RKS 1

PROJEKTDATEN

VSV

GEOTECHNIK GBR

SCHICHTENVERZEICHNIS / ALTLAST

PROJEKT: U215515 / Kaserne am Limberg

BOHRUNG: S 1

TEMPERATUR [°C]: 21,8

DATUM: 02.07.15

REL. LUFTFEUCHTIGKEIT [%]: 78,0

SONDE: ☐ 40 ☐ 50 ☐ 60 ☐ 80

LUFTDRUCK [hPa]: 1024,1

OBERFLÄCHEN

7 [cm] ☒ AUFSTEMMEN ☐ AUFNEHMEN ☐ KERNEN ☐ BETON ☒ SCHWARZDECKE ☐ PFLASTER

[cm] ☐ AUFSTEMMEN 2. SCHICHT ☐ BETON ☐ SCHWARZDECKE ☐ ANDERES MATERIAL:

13 [cm] ☒ AUFSTEMMEN SCHOTTERTRAGSCHICHT

[cm] ☐ HANDSCHACHTUNG / HANDBOHRUNG ZEITBEDARF [min]:

BODENPROFIL

| TEUFE [m u. GOK] | BODENART           | KONSISTENZ | CaCO <sub>3</sub> | BOHRWIDERSTAND | FARBE | FEUCHTE |
|------------------|--------------------|------------|-------------------|----------------|-------|---------|
| 0 - 0,03         | Schwarzdecke       |            |                   |                |       |         |
| 0,03 - 0,07      | Schotter, gebunden |            |                   |                |       |         |
| 0,07 - 0,2       | A(G,s) G=Kst       | -          | +                 |                | bngr  | tr      |
|                  |                    |            |                   |                |       |         |
|                  |                    |            |                   |                |       |         |
|                  |                    |            |                   |                |       |         |
|                  |                    |            |                   |                |       |         |
|                  |                    |            |                   |                |       |         |
|                  |                    |            |                   |                |       |         |
|                  |                    |            |                   |                |       |         |

Abkürzungen:

BS (Bauschutt), ZB (Ziegelbruch), Schl (Schlacke), SD (Schwarzdecke), Ko (Kohle), As (Asche), Hz (Holz), Gl (Glas), KS (Kunststoff), Tx (Textil), Me (Metall), Pf (Pflanzenreste), Bg (Bergematerial), Kst (Kalkstein), Tst (Tonstein), Stst (Siltstein), Sdst (Sandstein), Qz (Quarzit), Bs (Basalt), Mgst (Mergelstein)

☒ ZIELTEUFE ERREICHT ☐ KEIN WEITERER BOHRFORTSCHRITT / GRUND:

GRUNDWASSER ☐ GEMESSEN: [m] UNTER ☐ GOK ☐ POK ☒ NICHT MESSBAR / ZUGEFALLEN BEI: 0,2

BODENPROBEN

| BEZEICHNUNG | TEUFE [m u. GOK] | ORGANOLEPTISCHE BEURTEILUNG       | PID [ppm] |
|-------------|------------------|-----------------------------------|-----------|
| S 1/1       | 0 - 0,07         | Schwarzdecke / Schotter, gebunden |           |
| S 1/2       | 0,07 - 0,2       | unauffällig                       |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |

BODENLUFT

☐ BODENLUFTPROBEN ENTNOMMEN ☐ HEADSPACE ☐ AKTIVKOHLE (ANGEREICHERT: [I]) ANZAHL:

BEZEICHNUNG: ☐ BODENLUFTMESSSTELLE ERRICHTET (ANZ. VOLLROHR: FILTER: )

☐ VOR-ORT-PARAMETER

☐ PID-MESSUNG BOHRLOCH [ppm]:

BEMERKUNGEN / BESONDERHEITEN:

PROJEKTDATEN

VSV

GEOTECHNIK GBR

SCHICHTENVERZEICHNIS / ALTLAST

PROJEKT: U215515 / Kaserne am Limberg

BOHRUNG: S 2

TEMPERATUR [°C]: 25,9

DATUM: 02.07.15

REL. LUFTFEUCHTIGKEIT [%]: 51,0

SONDE: ☐ 40 ☐ 50 ☐ 60 ☐ 80

LUFTDRUCK [hPa]: 1014,6

OBERFLÄCHEN

7 [cm] ☒ AUFSTEMMEN ☐ AUFNEHMEN ☐ KERNEN ☐ BETON ☒ SCHWARZDECKE ☐ PFLASTER

[cm] ☐ AUFSTEMMEN 2. SCHICHT ☐ BETON ☐ SCHWARZDECKE ☐ ANDERES MATERIAL:

9 [cm] ☒ AUFSTEMMEN SCHOTTERTRAGSCHICHT

[cm] ☐ HANDSCHACHTUNG / HANDBOHRUNG ZEITBEDARF [min]:

BODENPROFIL

| TEUFE [m u. GOK] | BODENART                   | KONSISTENZ | CaCO <sub>3</sub> | BOHRWIDERSTAND | FARBE | FEUCHTE |
|------------------|----------------------------|------------|-------------------|----------------|-------|---------|
| 0 - 0,03         | Schwarzdecke               |            |                   |                |       |         |
| 0,03 - 0,07      | Schotter, gebunden         |            |                   |                |       |         |
| 0,07 - 0,16      | A(G,s) G=Schotter,SD-Bruch | -          | +                 |                | grsw  | tr      |
|                  |                            |            |                   |                |       |         |
|                  |                            |            |                   |                |       |         |
|                  |                            |            |                   |                |       |         |
|                  |                            |            |                   |                |       |         |
|                  |                            |            |                   |                |       |         |
|                  |                            |            |                   |                |       |         |
|                  |                            |            |                   |                |       |         |

Abkürzungen:

BS (Bauschutt), ZB (Ziegelbruch), Schl (Schlacke), SD (Schwarzdecke), Ko (Kohle), As (Asche), Hz (Holz), Gl (Glas), KS (Kunststoff), Tx (Textil), Me (Metall), Pf (Pflanzenreste), Bg (Bergematerial), Kst (Kalkstein), Tst (Tonstein), Stst (Siltstein), Sdst (Sandstein), Qz (Quarzit), Bs (Basalt), Mgst (Mergelstein)

☒ ZIELTEUFE ERREICHT ☐ KEIN WEITERER BOHRFORTSCHRITT / GRUND:

GRUNDWASSER ☐ GEMESSEN: [m] UNTER ☐ GOK ☐ POK ☒ NICHT MESSBAR / ZUGEFALLEN BEI: 0,16

BODENPROBEN

| BEZEICHNUNG | TEUFE [m u. GOK] | ORGANOLEPTISCHE BEURTEILUNG       | PID [ppm] |
|-------------|------------------|-----------------------------------|-----------|
| S 2/1       | 0 - 0,07         | Schwarzdecke / Schotter, gebunden |           |
| S 2/2       | 0,07 - 0,16      | SD-Bruch, sonst unauffällig       |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |
|             |                  |                                   |           |

BODENLUFT

☐ BODENLUFTPROBEN ENTNOMMEN ☐ HEADSPACE ☐ AKTIVKOHLE (ANGEREICHERT: [I]) ANZAHL:

BEZEICHNUNG: ☐ BODENLUFTMESSSTELLE ERRICHTET (ANZ. VOLLROHR: FILTER: )

☐ VOR-ORT-PARAMETER

☐ PID-MESSUNG BOHRLOCH [ppm]:

BEMERKUNGEN / BESONDERHEITEN:

**Projekt:** U215515 / Kaserne Am Limberg

**Datum:** 02.07.15

## **Kernbohrungen**

|              |              |                                    |
|--------------|--------------|------------------------------------|
| <b>BK 1:</b> | 0 – 0,01     | Fliese, Kleber                     |
|              | 0,01 – 0,07  | Estrich                            |
|              | 0,07 – 0,10  | Styropor                           |
|              | 0,10 – 0,105 | Dichtbahn, schwarz, darunter Folie |
|              | 0,105 – 0,31 | Beton                              |



**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

**Anlage 4**

**Analysenprotokolle**

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Postfach 2063 // 44510 Lünen // Deutschland

Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz  
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen  
- Herr Ralf Badtke -  
Westerbreite 7  
49084 Osnabrück

Hella Dressler  
T +49 2306 2409-9301  
F +49 2306 2409-10  
hella.dressler@ucl-labor.de

## Prüfbericht - Nr.: 15-32632/1

**Probe-Nr.:** 15-32632-001  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbrite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Limberg  
**Probeneingang am / durch:** 03.07.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 06.07.2015 - 17.07.2015

| Parameter                                    | Probenbezeichnung | S1/1 Asphalt | Bestimmungsgrenze | Methode                |
|----------------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|------------------------|
|                                              | Probe-Nr.         | 15-32632-001 |                   |                        |
|                                              | Einheit           |              |                   |                        |
| <b>Analyse der Originalprobe</b>             |                   |              |                   |                        |
| Trockenrückstand 105°C                       | % OS              | 99,8         | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L   |
| Asbest (Gesamtfasern)                        |                   | negativ      |                   | VDI 3866 Bl.5";FV      |
| <b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand</b> |                   |              |                   |                        |
| <b>PAK</b>                                   |                   |              |                   |                        |
| Naphthalin                                   | mg/kg TS          | 0,20         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthylen                                | mg/kg TS          | < 2          | 2                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthen                                  | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoren                                      | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Phenanthren                                  | mg/kg TS          | 2,3          | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Anthracen                                    | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoranthren                                 | mg/kg TS          | 0,70         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Pyren                                        | mg/kg TS          | 0,40         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]anthracen                            | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Chrysen                                      | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[b]fluoranthren*                        | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[k]fluoranthren*                        | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]pyren                                | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Dibenz[ah]anthracen                          | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[ghi]perylene*                          | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren*                       | mg/kg TS          | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Summe best. PAK (EPA)                        | mg/kg TS          | 3,60         |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| *best. PAK nach TVO                          | mg/kg TS          | 0,00         |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten += durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Josef-Rethmann-Str. 5 // 44536 Lünen // Deutschland // T +49 2306 2409-0 // F +49 2306 2409-10 // info@ucl-labor.de  
ucl-labor.de // Amtsgericht Dortmund, HRB 17247 // Geschäftsführer: Jürgen Cornelissen, Oliver Koenen, Martin Langkamp

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium und bekanntgegebene Messstelle nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.  
Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen- auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.



**Probenkommentare**

**LUA Merkbl. Nr.1 NRW**

Die Bestimmungsgrenze für PAK ist aufgrund von Matrixstörungen um den Faktor 4 erhöht.

Seite 3 von 8 zum Prüfbericht Nr. 15-32632/1

20150720-10199287

**Probe-Nr.:** 15-32632-002  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Limberg  
**Probeneingang am / durch:** 03.07.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 06.07.2015 - 17.07.2015

| Parameter                                    | Probenbezeichnung |         | S2/1 Asphalt | Bestimmungsgrenze | Methode                |
|----------------------------------------------|-------------------|---------|--------------|-------------------|------------------------|
|                                              | Probe-Nr.         | Einheit |              |                   |                        |
|                                              |                   |         | 15-32632-002 |                   |                        |
| <b>Analyse der Originalprobe</b>             |                   |         |              |                   |                        |
| Trockenrückstand 105°C                       | % OS              |         | 97,2         | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L   |
| Asbest (Gesamtfasern)                        |                   |         | negativ      |                   | VDI 3866 Bl.5°;FV      |
| <b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand</b> |                   |         |              |                   |                        |
| <b>PAK</b>                                   |                   |         |              |                   |                        |
| Naphthalin                                   | mg/kg TS          |         | 0,60         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthylen                                | mg/kg TS          |         | < 2          | 2                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthen                                  | mg/kg TS          |         | 0,40         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoren                                      | mg/kg TS          |         | 0,30         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Phenanthren                                  | mg/kg TS          |         | 2,7          | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Anthracen                                    | mg/kg TS          |         | 0,30         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoranthren                                 | mg/kg TS          |         | 0,90         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Pyren                                        | mg/kg TS          |         | 0,60         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]anthracen                            | mg/kg TS          |         | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Chrysen                                      | mg/kg TS          |         | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[b]fluoranthren*                        | mg/kg TS          |         | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[k]fluoranthren*                        | mg/kg TS          |         | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]pyren                                | mg/kg TS          |         | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Dibenz[ah]anthracen                          | mg/kg TS          |         | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[ghi]perylene*                          | mg/kg TS          |         | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren*                       | mg/kg TS          |         | < 0,2        | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Summe best. PAK (EPA)                        | mg/kg TS          |         | 5,80         |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| *best. PAK nach TVO                          | mg/kg TS          |         | 0,00         |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |

n.b. = nicht bestimmbar    n.a. = nicht analysiert    ° = nicht akkreditiert    FV = Fremdvergabe    UA=Unterauftragvergabe    AG=Auftraggeberdaten    + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

#### Probenkommentare

##### LUA Merkbl. Nr.1 NRW

Die Bestimmungsgrenze für PAK ist aufgrund von Matrixstörungen um den Faktor 4 erhöht.

Seite 4 von 8 zum Prüfbericht Nr. 15-32632/1

20150720-10199287

**Probe-Nr.:** 15-32632-003  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Limberg  
**Probeneingang am / durch:** 03.07.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 06.07.2015 - 17.07.2015

| Parameter                                    | Probenbezeichnung |         | S1/2 Unterbau | Bestimmungsgrenze | Methode                |
|----------------------------------------------|-------------------|---------|---------------|-------------------|------------------------|
|                                              | Probe-Nr.         | Einheit |               |                   |                        |
|                                              |                   |         | 15-32632-003  |                   |                        |
| <b>Analyse der Originalprobe</b>             |                   |         |               |                   |                        |
| Trockenrückstand 105°C                       | % OS              |         | 97,6          | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L   |
| <b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand</b> |                   |         |               |                   |                        |
| Arsen                                        | mg/kg TS          |         | 7,1           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L     |
| Blei                                         | mg/kg TS          |         | 120           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L     |
| Cadmium                                      | mg/kg TS          |         | 0,79          | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L     |
| Chrom gesamt                                 | mg/kg TS          |         | 7,5           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L     |
| Kupfer                                       | mg/kg TS          |         | 8,9           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L     |
| Nickel                                       | mg/kg TS          |         | 8,0           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L     |
| Quecksilber                                  | mg/kg TS          |         | < 0,1         | 0,1               | DIN EN 1483;L          |
| Zink                                         | mg/kg TS          |         | 270           | 10                | DIN EN ISO 11885;L     |
| <b>PAK</b>                                   |                   |         |               |                   |                        |
| Naphthalin                                   | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthylen                                | mg/kg TS          |         | < 0,5         | 0,5               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthen                                  | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoren                                      | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Phenanthren                                  | mg/kg TS          |         | 0,08          | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Anthracen                                    | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoranthren                                 | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Pyren                                        | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]anthracen                            | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Chrysen                                      | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[b]fluoranthren*                        | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[k]fluoranthren*                        | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]pyren                                | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Dibenz[ah]anthracen                          | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[ghi]perylene*                          | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren*                       | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Summe best. PAK (EPA)                        | mg/kg TS          |         | 0,08          |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| *best. PAK nach TVO                          | mg/kg TS          |         | 0,00          |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| <b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>       |                   |         |               |                   |                        |
| Säureaufschluss                              |                   |         | +             |                   | DIN EN 13346 (S7a);L   |

n.b. = nicht bestimmbar    n.a. = nicht analysiert    ° = nicht akkreditiert    FV = Fremdvergabe    UA=Unterauftragvergabe    AG=Auftraggeberdaten    + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination):    H=Hannover, KI=Kiel, L=Lüben

Seite 5 von 8 zum Prüfbericht Nr. 15-32632/1

20150720-10199287

**Probe-Nr.:** 15-32632-004  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Limberg  
**Probeneingang am / durch:** 03.07.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 06.07.2015 - 17.07.2015

| Parameter                                    | Probenbezeichnung |         | S2/2 Unterbau | Bestimmungsgrenze | Methode                |
|----------------------------------------------|-------------------|---------|---------------|-------------------|------------------------|
|                                              | Probe-Nr.         | Einheit |               |                   |                        |
|                                              |                   |         | 15-32632-004  |                   |                        |
| <b>Analyse der Originalprobe</b>             |                   |         |               |                   |                        |
| Trockenrückstand 105°C                       | % OS              |         | 98,5          | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L   |
| <b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand</b> |                   |         |               |                   |                        |
| Arsen                                        | mg/kg TS          |         | 8,7           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L     |
| Blei                                         | mg/kg TS          |         | 25            | 1                 | DIN EN ISO 11885;L     |
| Cadmium                                      | mg/kg TS          |         | 0,22          | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L     |
| Chrom gesamt                                 | mg/kg TS          |         | 7,3           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L     |
| Kupfer                                       | mg/kg TS          |         | 8,9           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L     |
| Nickel                                       | mg/kg TS          |         | 8,3           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L     |
| Quecksilber                                  | mg/kg TS          |         | < 0,1         | 0,1               | DIN EN 1483;L          |
| Zink                                         | mg/kg TS          |         | 87            | 10                | DIN EN ISO 11885;L     |
| <b>PAK</b>                                   |                   |         |               |                   |                        |
| Naphthalin                                   | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthylen                                | mg/kg TS          |         | < 0,5         | 0,5               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthen                                  | mg/kg TS          |         | 0,20          | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoren                                      | mg/kg TS          |         | 0,30          | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Phenanthren                                  | mg/kg TS          |         | 1,1           | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Anthracen                                    | mg/kg TS          |         | 0,10          | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoranthren                                 | mg/kg TS          |         | 0,50          | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Pyren                                        | mg/kg TS          |         | 0,40          | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]anthracen                            | mg/kg TS          |         | 0,09          | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Chrysen                                      | mg/kg TS          |         | 0,09          | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[b]fluoranthren*                        | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[k]fluoranthren*                        | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]pyren                                | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Dibenz[ah]anthracen                          | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[ghi]perylene*                          | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren*                       | mg/kg TS          |         | < 0,05        | 0,05              | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Summe best. PAK (EPA)                        | mg/kg TS          |         | 2,78          |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| *best. PAK nach TVO                          | mg/kg TS          |         | 0,00          |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| <b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>       |                   |         |               |                   |                        |
| Säureaufschluss                              |                   |         | +             |                   | DIN EN 13346 (S7a);L   |

n.b. = nicht bestimmbar   n.a. = nicht analysiert   ° = nicht akkreditiert   FV = Fremdvergabe   UA=Unterauftragvergabe   AG=Auftraggeberdaten   + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, Ki=Kiel, L=Lüben

Seite 6 von 8 zum Prüfbericht Nr. 15-32632/1

20150720-10199287

**Probe-Nr.:** 15-32632-005  
**Prüfgegenstand:** Materialprobe  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Limberg  
**Probeneingang am / durch:** 03.07.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 06.07.2015 - 17.07.2015

| Parameter                 | Probenbezeichnung | P5 Dachpappe | Bestimmungsgrenze | Methode                |
|---------------------------|-------------------|--------------|-------------------|------------------------|
|                           | Probe-Nr.         |              |                   |                        |
|                           | Einheit           |              |                   |                        |
| Analyse der Originalprobe |                   |              |                   |                        |
| Asbest (Gesamtfasern)     |                   | negativ      |                   | VDI 3866 Bl.5°;FV      |
| PAK                       |                   |              |                   |                        |
| Naphthalin                | mg/kg OS          | < 1          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthylen             | mg/kg OS          | < 10         | 10                | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthen               | mg/kg OS          | < 1          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoren                   | mg/kg OS          | < 1          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Phenanthren               | mg/kg OS          | 9,2          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Anthracen                 | mg/kg OS          | < 1          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoranthen               | mg/kg OS          | 46           | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Pyren                     | mg/kg OS          | 29           | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]anthracen         | mg/kg OS          | 7,1          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Chrysen                   | mg/kg OS          | 12           | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[b]fluoranthen*      | mg/kg OS          | 7,5          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[k]fluoranthen*      | mg/kg OS          | 3,0          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]pyren             | mg/kg OS          | 11           | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Dibenz[ah]anthracen       | mg/kg OS          | < 1          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[ghi]perylen*        | mg/kg OS          | < 1          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren*    | mg/kg OS          | < 1          | 1                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Summe best. PAK (EPA)     | mg/kg OS          | 124,80       |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| *best. PAK nach TVO       | mg/kg OS          | 10,50        |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

#### Probenkommentare

##### LUA Merkbl. Nr.1 NRW

Die Bestimmungsgrenze für PAK ist aufgrund von Matrixstörungen um den Faktor 20 erhöht.

Seite 7 von 8 zum Prüfbericht Nr. 15-32632/1

20150720-10199287

**Probe-Nr.:** 15-32632-006  
**Prüfgegenstand:** Materialprobe  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Limberg  
**Probeneingang am / durch:** 03.07.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 06.07.2015 - 17.07.2015

| Parameter                 | Probenbezeichnung | P4 Wandfarbe | Bestimmungsgrenze | Methode         |
|---------------------------|-------------------|--------------|-------------------|-----------------|
|                           | Probe-Nr.         |              | 15-32632-006      |                 |
|                           | Einheit           |              |                   |                 |
| Analyse der Originalprobe |                   |              |                   |                 |
| PCB                       |                   |              |                   |                 |
| PCB-028                   | mg/kg OS          | 0,43         | 0,1               | DIN 38414 S20;L |
| PCB-052                   | mg/kg OS          | 0,37         | 0,1               | DIN 38414 S20;L |
| PCB-101                   | mg/kg OS          | 0,17         | 0,1               | DIN 38414 S20;L |
| PCB-138                   | mg/kg OS          | < 0,1        | 0,1               | DIN 38414 S20;L |
| PCB-153                   | mg/kg OS          | < 0,1        | 0,1               | DIN 38414 S20;L |
| PCB-180                   | mg/kg OS          | < 0,1        | 0,1               | DIN 38414 S20;L |
| Summe best. PCB-6         | mg/kg OS          | 0,97         |                   | DIN 38414 S20;L |
| bestimmbare PCB ges.      | mg/kg OS          | 4,85         |                   | DIN 38414 S20;L |

n.b. = nicht bestimmbar    n.a. = nicht analysiert    ° = nicht akkreditiert    FV = Fremdvergabe    UA=Unterauftragvergabe    AG=Auftraggeberdaten    + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

Seite 8 von 8 zum Prüfbericht Nr. 15-32632/1

20150720-10199287

**Probe-Nr.:** 15-32632-007  
**Prüfgegenstand:** Materialprobe  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Limberg  
**Probeneingang am / durch:** 03.07.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 06.07.2015 - 17.07.2015

| Parameter                 | Probenbezeichnung | BK1 Dichtbahn | Bestimmungsgrenze | Methode                |
|---------------------------|-------------------|---------------|-------------------|------------------------|
|                           | Probe-Nr.         |               |                   |                        |
|                           | Einheit           | 15-32632-007  |                   |                        |
| Analyse der Originalprobe |                   |               |                   |                        |
| PAK                       |                   |               |                   |                        |
| Naphtalin                 | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthylen             | mg/kg OS          | < 2           | 2                 | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Acenaphthen               | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoren                   | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Phenanthren               | mg/kg OS          | 0,46          | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Anthracen                 | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Fluoranthen               | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Pyren                     | mg/kg OS          | 0,55          | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]anthracen         | mg/kg OS          | 0,24          | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Chrysen                   | mg/kg OS          | 0,31          | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[b]fluoranthen*      | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[k]fluoranthen*      | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[a]pyren             | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Dibenz[ah]anthracen       | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Benzo[ghi]perylen*        | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren*    | mg/kg OS          | < 0,2         | 0,2               | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| Summe best. PAK (EPA)     | mg/kg OS          | 1,56          |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |
| *best. PAK nach TVO       | mg/kg OS          | 0,00          |                   | LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L |

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

#### Probenkommentare

##### LUA Merkbl. Nr.1 NRW

Die Bestimmungsgrenze für PAK ist aufgrund von Matrixstörungen um den Faktor 4 erhöht.

22.07.2015

i.A.   
Dipl.-Umweltwiss. Hella Dressler (Kundenbetreuer)

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Postfach 2063 // 44510 Lünen // Deutschland

Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz  
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB  
- Herr Ralf Badtke -  
Westerbreite 7  
49084 Osnabrück

Hella Dressler  
T +49 2306 2409-9301  
F +49 2306 2409-10  
hella.dressler@ucl-labor.de

## Prüfbericht - Nr.: 15-41155/1

**Probe-Nr.:** 15-41155-001  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz  
**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 20.08.2015 - 24.08.2015

| Parameter                                    | Probenbezeichnung | TF 1 0-30    | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|----------------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|----------------------|
|                                              | Probe-Nr.         | 15-41155-001 |                   |                      |
|                                              | Einheit           |              |                   |                      |
| <b>Analyse der Originalprobe</b>             |                   |              |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                       | % OS              | 84,8         | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| <b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand</b> |                   |              |                   |                      |
| Antimon                                      | mg/kg TS          | 135          | 1                 | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Arsen                                        | mg/kg TS          | 10           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                         | mg/kg TS          | 2700         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                                      | mg/kg TS          | 0,22         | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                                 | mg/kg TS          | 13           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                       | mg/kg TS          | 600          | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                       | mg/kg TS          | 11           | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                                  | mg/kg TS          | 0,15         | 0,1               | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                         | mg/kg TS          | 140          | 10                | DIN EN ISO 11885;L   |
| <b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>       |                   |              |                   |                      |
| Säureaufschluss                              |                   | +            |                   | DIN EN 13346 (S7a);L |

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

20150825-10378111

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Josef-Rethmann-Str. 5 // 44536 Lünen // Deutschland // T +49 2306 2409-0 // F +49 2306 2409-10 // info@ucl-labor.de  
ucl-labor.de // Amtsgericht Dortmund, HRB 17247 // Geschäftsführer: Jürgen Cornelissen, Oliver Koenen, Martin Langkamp

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium und bekanntgegebene Messstelle nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.  
Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen - auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.



Seite 2 von 9 zum Prüfbericht Nr. 15-41155/1

20150825-10378111

**Probe-Nr.:** 15-41155-002  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz  
**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 20.08.2015 - 24.08.2015

| Parameter                             | Probenbezeichnung    | TF 1 30-60 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|---------------------------------------|----------------------|------------|-------------------|----------------------|
|                                       | Probe-Nr.<br>Einheit |            | 15-41155-002      |                      |
| Analyse der Originalprobe             |                      |            |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                | % OS                 | 89,5       | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| Analyse bez. auf den Trockenrückstand |                      |            |                   |                      |
| Antimon                               | mg/kg TS             | 144        | 1                 | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Arsen                                 | mg/kg TS             | 8,3        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                  | mg/kg TS             | 2880       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                               | mg/kg TS             | < 0,1      | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                          | mg/kg TS             | 15         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                | mg/kg TS             | 480        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                | mg/kg TS             | 12         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                           | mg/kg TS             | 0,18       | 0,1               | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                  | mg/kg TS             | 130        | 10                | DIN EN ISO 11885;L   |
| Hinweise zur Probenvorbereitung       |                      |            |                   |                      |
| Säureaufschluss                       |                      | +          |                   | DIN EN 13346 (S7a);L |

n.b. = nicht bestimmbar    n.a. = nicht analysiert    ° = nicht akkreditiert    FV = Fremdvergabe    UA=Unterauftragvergabe    AG=Auftraggeberdaten    + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

Seite 3 von 9 zum Prüfbericht Nr. 15-41155/1

20150825-10378111

**Probe-Nr.:** 15-41155-003  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz  
**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 20.08.2015 - 24.08.2015

| Parameter                             | Probenbezeichnung    | TF 2 0-30 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|---------------------------------------|----------------------|-----------|-------------------|----------------------|
|                                       | Probe-Nr.<br>Einheit |           | 15-41155-003      |                      |
| Analyse der Originalprobe             |                      |           |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                | % OS                 | 82,2      | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| Analyse bez. auf den Trockenrückstand |                      |           |                   |                      |
| Antimon                               | mg/kg TS             | 312       | 1                 | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Arsen                                 | mg/kg TS             | 9,5       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                  | mg/kg TS             | 5000      | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                               | mg/kg TS             | 0,16      | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                          | mg/kg TS             | 15        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                | mg/kg TS             | 670       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                | mg/kg TS             | 12        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                           | mg/kg TS             | 0,19      | 0,1               | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                  | mg/kg TS             | 210       | 10                | DIN EN ISO 11885;L   |
| Hinweise zur Probenvorbereitung       |                      |           |                   |                      |
| Säureaufschluss                       |                      | +         |                   | DIN EN 13346 (S7a);L |

n.b. = nicht bestimmbar    n.a. = nicht analysiert    ° = nicht akkreditiert    FV = Fremdvergabe    UA=Unterauftragvergabe    AG=Auftraggeberdaten    + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

Seite 4 von 9 zum Prüfbericht Nr. 15-41155/1

20150825-10378111

**Probe-Nr.:** 15-41155-004

**Prüfgegenstand:** Feststoff

**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868

**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz

**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier

**Prüfzeitraum:** 20.08.2015 - 24.08.2015

| Parameter                             | Probenbezeichnung    | TF 2 30-60 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|---------------------------------------|----------------------|------------|-------------------|----------------------|
|                                       | Probe-Nr.<br>Einheit |            | 15-41155-004      |                      |
| Analyse der Originalprobe             |                      |            |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                | % OS                 | 86,6       | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| Analyse bez. auf den Trockenrückstand |                      |            |                   |                      |
| Antimon                               | mg/kg TS             | 48,5       | 1                 | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Arsen                                 | mg/kg TS             | 12         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                  | mg/kg TS             | 1290       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                               | mg/kg TS             | < 0,1      | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                          | mg/kg TS             | 20         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                | mg/kg TS             | 380        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                | mg/kg TS             | 21         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                           | mg/kg TS             | 0,25       | 0,1               | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                  | mg/kg TS             | 88         | 10                | DIN EN ISO 11885;L   |
| Hinweise zur Probenvorbereitung       |                      |            |                   |                      |
| Säureaufschluss                       |                      | +          |                   | DIN EN 13346 (S7a);L |

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

Seite 5 von 9 zum Prüfbericht Nr. 15-41155/1

20150825-10378111

**Probe-Nr.:** 15-41155-005  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz  
**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 20.08.2015 - 24.08.2015

| Parameter                             | Probenbezeichnung    | TF 4 0-30 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|---------------------------------------|----------------------|-----------|-------------------|----------------------|
|                                       | Probe-Nr.<br>Einheit |           | 15-41155-005      |                      |
| Analyse der Originalprobe             |                      |           |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                | % OS                 | 90,8      | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| Analyse bez. auf den Trockenrückstand |                      |           |                   |                      |
| Antimon                               | mg/kg TS             | 173       | 1                 | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Arsen                                 | mg/kg TS             | 7,4       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                  | mg/kg TS             | 4690      | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                               | mg/kg TS             | < 0,1     | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                          | mg/kg TS             | 14        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                | mg/kg TS             | 590       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                | mg/kg TS             | 9,1       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                           | mg/kg TS             | 0,14      | 0,1               | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                  | mg/kg TS             | 110       | 10                | DIN EN ISO 11885;L   |
| Hinweise zur Probenvorbereitung       |                      |           |                   |                      |
| Säureaufschluss                       |                      | +         |                   | DIN EN 13346 (S7a);L |

n.b. = nicht bestimmbar   n.a. = nicht analysiert   ° = nicht akkreditiert   FV = Fremdvergabe   UA=Unterauftragvergabe   AG=Auftraggeberdaten   + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

Seite 6 von 9 zum Prüfbericht Nr. 15-41155/1

20150825-10378111

**Probe-Nr.:** 15-41155-006  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz  
**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 20.08.2015 - 24.08.2015

| Parameter                             | Probenbezeichnung    | TF 5 0-30 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|---------------------------------------|----------------------|-----------|-------------------|----------------------|
|                                       | Probe-Nr.<br>Einheit |           | 15-41155-006      |                      |
| Analyse der Originalprobe             |                      |           |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                | % OS                 | 80,6      | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| Analyse bez. auf den Trockenrückstand |                      |           |                   |                      |
| Antimon                               | mg/kg TS             | 40,8      | 1                 | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Arsen                                 | mg/kg TS             | 18        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                  | mg/kg TS             | 680       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                               | mg/kg TS             | < 0,1     | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                          | mg/kg TS             | 22        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                | mg/kg TS             | 270       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                | mg/kg TS             | 15        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                           | mg/kg TS             | 0,19      | 0,1               | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                  | mg/kg TS             | 230       | 10                | DIN EN ISO 11885;L   |
| Hinweise zur Probenvorbereitung       |                      |           |                   |                      |
| Säureaufschluss                       |                      | +         |                   | DIN EN 13346 (S7a);L |

n.b. = nicht bestimmbar   n.a. = nicht analysiert   ° = nicht akkreditiert   FV = Fremdvergabe   UA=Unterauftragvergabe   AG=Auftraggeberdaten   + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

Seite 7 von 9 zum Prüfbericht Nr. 15-41155/1

20150825-10378111

**Probe-Nr.:** 15-41155-007

**Prüfgegenstand:** Feststoff

**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868

**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz

**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier

**Prüfzeitraum:** 20.08.2015 - 24.08.2015

| Parameter                             | Probenbezeichnung    | TF 5 30-60 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|---------------------------------------|----------------------|------------|-------------------|----------------------|
|                                       | Probe-Nr.<br>Einheit |            | 15-41155-007      |                      |
| Analyse der Originalprobe             |                      |            |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                | % OS                 | 88,6       | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| Analyse bez. auf den Trockenrückstand |                      |            |                   |                      |
| Antimon                               | mg/kg TS             | 1,3        | 1                 | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Arsen                                 | mg/kg TS             | 11         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                  | mg/kg TS             | 20         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                               | mg/kg TS             | < 0,1      | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                          | mg/kg TS             | 28         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                | mg/kg TS             | 24         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                | mg/kg TS             | 21         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                           | mg/kg TS             | 0,14       | 0,1               | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                  | mg/kg TS             | 52         | 10                | DIN EN ISO 11885;L   |
| Hinweise zur Probenvorbereitung       |                      |            |                   |                      |
| Säureaufschluss                       |                      | +          |                   | DIN EN 13346 (S7a);L |

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

Seite 8 von 9 zum Prüfbericht Nr. 15-41155/1

20150825-10378111

**Probe-Nr.:** 15-41155-008  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz  
**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 20.08.2015 - 24.08.2015

| Parameter                             | Probenbezeichnung | TF 6 0-30 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|-------------------|----------------------|
|                                       | Probe-Nr.         |           | 15-41155-008      |                      |
|                                       | Einheit           |           |                   |                      |
| Analyse der Originalprobe             |                   |           |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                | % OS              | 86,9      | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| Analyse bez. auf den Trockenrückstand |                   |           |                   |                      |
| Antimon                               | mg/kg TS          | 4,8       | 1                 | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Arsen                                 | mg/kg TS          | 9,7       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                  | mg/kg TS          | 93        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                               | mg/kg TS          | < 0,1     | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                          | mg/kg TS          | 8,1       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                | mg/kg TS          | 100       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                | mg/kg TS          | 6,3       | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                           | mg/kg TS          | < 0,1     | 0,1               | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                  | mg/kg TS          | 97        | 10                | DIN EN ISO 11885;L   |
| Hinweise zur Probenvorbereitung       |                   |           |                   |                      |
| Säureaufschluss                       |                   | +         |                   | DIN EN 13346 (S7a);L |

n.b. = nicht bestimmbar   n.a. = nicht analysiert   ° = nicht akkreditiert   FV = Fremdvergabe   UA=Unterauftragvergabe   AG=Auftraggeberdaten   + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

Seite 9 von 9 zum Prüfbericht Nr. 15-41155/1

20150825-10378111

**Probe-Nr.:** 15-41155-009

**Prüfgegenstand:** Feststoff

**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868

**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz

**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier

**Prüfzeitraum:** 20.08.2015 - 24.08.2015

| Parameter                             | Probenbezeichnung    | TF 6 30-60 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|---------------------------------------|----------------------|------------|-------------------|----------------------|
|                                       | Probe-Nr.<br>Einheit |            | 15-41155-009      |                      |
| Analyse der Originalprobe             |                      |            |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                | % OS                 | 90,0       | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| Analyse bez. auf den Trockenrückstand |                      |            |                   |                      |
| Antimon                               | mg/kg TS             | 8,0        | 1                 | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Arsen                                 | mg/kg TS             | 6,8        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                  | mg/kg TS             | 150        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                               | mg/kg TS             | < 0,1      | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                          | mg/kg TS             | 11         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                | mg/kg TS             | 80         | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                | mg/kg TS             | 9,7        | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                           | mg/kg TS             | 0,10       | 0,1               | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                  | mg/kg TS             | 88         | 10                | DIN EN ISO 11885;L   |
| Hinweise zur Probenvorbereitung       |                      |            |                   |                      |
| Säureaufschluss                       |                      | +          |                   | DIN EN 13346 (S7a);L |

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen



Jens Boelhauve (Kundenbetreuer)

25.08.2015

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Postfach 2063 // 44510 Lünen // Deutschland

Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz  
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB  
- Herr Ralf Badtke -  
Westerbreite 7  
49084 Osnabrück

Hella Dressler  
T +49 2306 2409-9301  
F +49 2306 2409-10  
hella.dressler@ucl-labor.de

## Prüfbericht - Nr.: 15-44491/1

**Probe-Nr.:** 15-44491-001  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbrite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz  
**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 09.09.2015 - 17.09.2015

| Parameter                              | Probenbezeichnung | TF 1 30-60, alte PN 15-41155-002 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|----------------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------|
|                                        | Probe-Nr.         | 15-44491-001                     |                   |                      |
|                                        | Einheit           |                                  |                   |                      |
| <b>Analyse der Originalprobe</b>       |                   |                                  |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                 | % OS              | 88,2                             | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| <b>Analyse vom Eluat</b>               |                   |                                  |                   |                      |
| Antimon                                | mg/l              | 0,14                             | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Arsen                                  | mg/l              | < 0,01                           | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                   | mg/l              | 0,022                            | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                                | mg/l              | < 0,001                          | 0,001             | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                           | mg/l              | < 0,01                           | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                 | mg/l              | 0,016                            | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                 | mg/l              | < 0,01                           | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                            | mg/l              | < 0,001                          | 0,001             | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                   | mg/l              | < 0,01                           | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| <b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b> |                   |                                  |                   |                      |
| Elution nach DEV S4                    |                   | +                                |                   | DIN 38414-4 (S4);L   |

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

20150917-10493159

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Josef-Rethmann-Str. 5 // 44536 Lünen // Deutschland // T +49 2306 2409-0 // F +49 2306 2409-10 // info@ucl-labor.de  
ucl-labor.de // Amtsgericht Dortmund, HRB 17247 // Geschäftsführer: Jürgen Cornelissen, Oliver Koenen, Martin Langkamp

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium und bekanntgegebene Messstelle nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.  
Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen - auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.



Seite 2 von 3 zum Prüfbericht Nr. 15-44491/1

20150917-10493159

**Probe-Nr.:** 15-44491-002  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz  
**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 09.09.2015 - 17.09.2015

| Parameter                              | Probenbezeichnung |         | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|----------------------------------------|-------------------|---------|-------------------|----------------------|
|                                        | Probe-Nr.         |         |                   |                      |
|                                        | Einheit           |         |                   |                      |
| <b>Analyse der Originalprobe</b>       |                   |         |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                 | % OS              | 84,2    | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| <b>Analyse vom Eluat</b>               |                   |         |                   |                      |
| Antimon                                | mg/l              | 0,18    | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Arsen                                  | mg/l              | < 0,01  | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                   | mg/l              | 0,078   | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                                | mg/l              | < 0,001 | 0,001             | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                           | mg/l              | < 0,01  | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                 | mg/l              | 0,058   | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                 | mg/l              | < 0,01  | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                            | mg/l              | < 0,001 | 0,001             | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                   | mg/l              | 0,034   | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| <b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b> |                   |         |                   |                      |
| Elution nach DEV S4                    |                   | +       |                   | DIN 38414-4 (S4);L   |

n.b. = nicht bestimmbar    n.a. = nicht analysiert    ° = nicht akkreditiert    FV = Fremdvergabe    UA=Unterauftragvergabe    AG=Auftraggeberdaten    + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

Seite 3 von 3 zum Prüfbericht Nr. 15-44491/1

20150917-10493159

**Probe-Nr.:** 15-44491-003  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbreite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz  
**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 09.09.2015 - 17.09.2015

| Parameter                             | Probenbezeichnung    | MP TF 7 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|---------------------------------------|----------------------|---------|-------------------|----------------------|
|                                       | Probe-Nr.<br>Einheit |         |                   |                      |
|                                       |                      |         |                   |                      |
| Analyse der Originalprobe             |                      |         |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                | % OS                 | 88,4    | 0,1               | DIN EN 12880 (S2a);L |
| Analyse bez. auf den Trockenrückstand |                      |         |                   |                      |
| Arsen                                 | mg/kg TS             | 8,3     | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Blei                                  | mg/kg TS             | 47      | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Cadmium                               | mg/kg TS             | < 0,1   | 0,1               | DIN EN ISO 11885;L   |
| Chrom gesamt                          | mg/kg TS             | 9,1     | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Kupfer                                | mg/kg TS             | 48      | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Nickel                                | mg/kg TS             | 6,9     | 1                 | DIN EN ISO 11885;L   |
| Quecksilber                           | mg/kg TS             | < 0,1   | 0,1               | DIN EN 1483;L        |
| Zink                                  | mg/kg TS             | 75      | 10                | DIN EN ISO 11885;L   |
| Analyse vom Eluat                     |                      |         |                   |                      |
| Antimon                               | mg/l                 | < 0,01  | 0,01              | DIN EN ISO 11885;L   |
| Hinweise zur Probenvorbereitung       |                      |         |                   |                      |
| Säureaufschluss                       |                      | +       |                   | DIN EN 13346 (S7a);L |
| Elution nach DEV S4                   |                      | +       |                   | DIN 38414-4 (S4);L   |

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten + = durchgeführt  
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

*Jens Boelhauve*

Jens Boelhauve (Kundenbetreuer)

17.09.2015

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Postfach 2063 // 44510 Lünen // Deutschland

Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz  
Partnerschaft Beratender Ingenieure und Geologen mbB  
- Herr Ralf Badtke -  
Westerbreite 7  
49084 Osnabrück

Hella Dressler  
T +49 2306 2409-9301  
F +49 2306 2409-10  
hella.dressler@ucl-labor.de

## Prüfbericht - Nr.: 15-48196/1

**Probe-Nr.:** 15-48196-001  
**Prüfgegenstand:** Feststoff  
**Auftraggeber / KD-Nr.:** Umtec Prof. Biener / Sasse / Konertz, Westerbrite 7, 49084 Osnabrück / 50868  
**Projektbezeichnung:** U215515 Kaserne Am Limberg, Schießplatz  
**Probeneingang am / durch:** 31.07.+05.08.2015 / UCL-Kurier  
**Prüfzeitraum:** 30.09.2015 - 06.10.2015

| Parameter                                    | Probenbezeichnung | TF 1 30-60+ TF 2 0-30 alte PN 15-44491-001+ - 002 | Bestimmungsgrenze | Methode              |
|----------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
|                                              | Probe-Nr.         | 15-48196-001                                      |                   |                      |
|                                              | Einheit           |                                                   |                   |                      |
| <b>Analyse der Originalprobe</b>             |                   |                                                   |                   |                      |
| Trockenrückstand 105°C                       | % OS              | 87,0                                              | 0,1               | DIN EN 14346;L       |
| Gesamtmasse                                  | g                 | 100,0                                             | 0,1               | UCL-SOP;L            |
| Inertanteil                                  | % OS              | < 0,1                                             | 0,1               | UCL-SOP;L            |
| lipophile Stoffe                             | % OS              | < 0,03                                            | 0,03              | LAGA KW04;L          |
| <b>Analyse bez. auf den Trockenrückstand</b> |                   |                                                   |                   |                      |
| Glühverlust 550°C                            | % TS              | 4,6                                               | 0,1               | DIN EN 15169;L       |
| TOC, s                                       | % TS              | 2,0                                               | 0,1               | DIN EN 13137;L       |
| <b>Analyse vom Eluat</b>                     |                   |                                                   |                   |                      |
| Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen         | mg/l              | < 100                                             | 100               | DIN EN 15216;L       |
| pH-Wert n. DepV                              |                   | 7,7                                               | 1                 | DIN 38404-5 (C5);L   |
| Temperatur (pH-Wert)                         | °C                | 20                                                |                   | DIN 38404 C4;L       |
| Leitfähigkeit bei 25°C                       | µS/cm             | 60                                                |                   | DIN EN 27888;L       |
| Chlorid                                      | mg/l              | < 1                                               | 1                 | DIN EN ISO 10304-1;L |
| Cyanid leicht freisetzb.                     | mg/l              | < 0,005                                           | 0,005             | DIN EN ISO 14403;L   |
| Fluorid                                      | mg/l              | < 0,5                                             | 0,5               | DIN EN ISO 10304-1;L |
| Sulfat                                       | mg/l              | 8,9                                               | 1                 | DIN EN ISO 10304-1;L |
| Barium                                       | mg/l              | 0,01                                              | 0,01              | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Molybdän                                     | mg/l              | < 0,005                                           | 0,005             | DIN EN ISO 17294-2;L |
| Selen                                        | mg/l              | < 0,001                                           | 0,001             | DIN EN ISO 17294-2;L |
| DOC                                          | mg/l              | 3,3                                               | 1                 | DIN EN 1484;L        |
| Phenol-Index                                 | mg/l              | < 0,01                                            | 0,01              | DIN EN ISO 14402;L   |
| <b>Hinweise zur Probenvorbereitung</b>       |                   |                                                   |                   |                      |
| Elution n. DIN EN 12457-4                    |                   | +                                                 |                   | DIN EN 12457-4;L     |

20151006-10585270

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Josef-Rethmann-Str. 5 // 44536 Lünen // Deutschland // T +49 2306 2409-0 // F +49 2306 2409-10 // info@ucl-labor.de  
ucl-labor.de // Amtsgericht Dortmund, HRB 17247 // Geschäftsführer: Jürgen Cornelissen, Oliver Koenen, Martin Langkamp

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium und bekanntgegebene Messstelle nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.  
Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen- auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.



Seite 2 von 2 zum Prüfbericht Nr. 15-48196/1

20151006-10585270

n.b. = nicht bestimmbar   n.a. = nicht analysiert   ° = nicht akkreditiert   FV = Fremdvergabe   UA=Unterauftragvergabe   AG=Auftraggeberdaten   += durchgeführt  
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen

06.10.2015

Handwritten signature in black ink, appearing to read 'i.A. H. Dressler'.

Dipl.-Umweltwiss. Hella Dressler (Kundenbetreuer)

# Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747:2009-07

**Nummer der Feldprobe:** TF 1 30-60+ TF 2 0-30 alte PN 15-44491-001+ -002  
**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** .....  
**Probenahmeprotokoll-Nr.:** .....

## Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

|              |                                 |                       |             |                         |                       |
|--------------|---------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| Untersuchung | physikalische                   | <input type="radio"/> | Verjüngung: | fraktionierendes Teilen | <input type="radio"/> |
| auf folgende | anorganisch chemische           | <input type="radio"/> |             | Kegeln und Vierteln     | <input type="radio"/> |
| Parameter:   | organisch chemische             | <input type="radio"/> |             | cross-riffling          | <input type="radio"/> |
|              | leichtflüchtige (überschichtet) | <input type="radio"/> |             | Sonstige:               |                       |
|              | biologische                     | <input type="radio"/> |             |                         |                       |

Grobsortierung ☐ Klassierung ☐ Zerkleinerung ☐  
 Kommentierung: .....

separierte Fraktion (z. B. Art, Anteil, separate Teilprobe):.....

Probengefäß: Tüte Transportbedingungen (z. B. Kühlung):.....

Größe der Laborprobe: Volumen [ l ]: ..... oder Masse [ kg ]: 0,296

## Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

**Nummer der Laborprobe:** 15-48196-001  
**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 30.09.2015 09:07  
**Probenahmeprotokoll:** ja ☐ nein ☒

Ordnungsgemäße Probenanlieferung: ja

|                |                                     |                                       |                                             |
|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|
| Sortierung:    | ja <input checked="" type="radio"/> | nein <input type="radio"/>            | separierte Stoffgruppen: Inert-Fraktion     |
| Zerkleinerung: | ja <input type="radio"/>            | nein <input checked="" type="radio"/> | Teilvolumen [ l ] / Teilmassen [ kg ]:      |
| Trocknung:     | ja <input type="radio"/>            | nein <input checked="" type="radio"/> | Art: .....                                  |
| Siebung:       | ja <input type="radio"/>            | nein <input checked="" type="radio"/> | Siebschnitt: ..... [ mm ]                   |
|                |                                     |                                       | Siebdurchgang: ..... [ g ]                  |
|                |                                     |                                       | Siebrückstand: ..... [ g ]                  |
|                |                                     |                                       | Analyse Siebrückstand <input type="radio"/> |
|                |                                     |                                       | Analyse Durchgang <input type="radio"/>     |
|                |                                     |                                       | Analyse Gesamt <input type="radio"/>        |

|                  |                         |                       |                     |                                  |                |                       |
|------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------------|----------------|-----------------------|
| Teilung/         | fraktionierendes Teilen | <input type="radio"/> | Kegeln und Vierteln | <input checked="" type="radio"/> | Cross-riffling | <input type="radio"/> |
| Homogenisierung: | Rotationsteiler         | <input type="radio"/> | Riffelteiler        | <input type="radio"/>            |                |                       |

Anzahl der Prüfproben: 3 Rückstellprobe: ja ☒ nein ☐ Probenmenge: <10 [ g ]

## Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe)

|                           |                  |                                  |                  |                       |
|---------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------|
| untersuchungsspezifische  | chem. Trocknung  | <input type="radio"/>            | Lufttrocknung    | <input type="radio"/> |
| Trocknung der Prüfproben: | Trocknung 105° C | <input checked="" type="radio"/> | Gefriertrocknung | <input type="radio"/> |

untersuchungsspezifische  
 Feinzerkleinerung der Prüfproben: mahlen ☒ schneiden ☐  
 Endfeinheit: 100 [ µm ] ..... [ µm ]  
 Kontrollsiebung: ja ☐ nein ☒

Probennehmer

Labor

**Kaserne Am Limberg in Osnabrück,  
Schadstoffkataster und Gutachten zur Gefährdungsabschätzung des Schieß-  
platzes**

**Anlage 5**

**Ergebnisprotokolle Sickerwasserprognose**

|           |         |
|-----------|---------|
| Parameter | Kupfer  |
| Parameter | Blei    |
| Parameter | Antimon |

|                                                            |                          |                                            |                          |  |
|------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|--|
| <b>Transportbetrachtung Fallkonstellation A</b>            |                          | <b>Bearbeiter: S. Büscherhoff-v.d.Haar</b> |                          |  |
| <b>konstante Quellkonzentration</b>                        |                          | <b>Projekt: U215515 Am Limberg</b>         |                          |  |
| <b>gelbe Felder: Eingabefelder</b>                         |                          | <b>Datum Bearbeit.: 22.10.15</b>           |                          |  |
| <b>rote Schrift: berechnete Werte</b>                      |                          | <b>Version 2.4</b>                         |                          |  |
| <b>Kennwert/Parameter</b>                                  | <b>Symbol</b>            | <b>Einheit</b>                             | <b>Wert</b>              |  |
| Schadstoff                                                 |                          |                                            | Kupfer                   |  |
| Prüfwert BBodSchV oder GFS                                 | PW oder GFS              | µg/l                                       | 50,00                    |  |
| Kontaminierte Fläche                                       | F                        | m <sup>2</sup>                             | 250,0                    |  |
| Ort der Beurteilung (u.GOK)                                | OdB                      | m                                          | 3,4                      |  |
| Oberkante Quelle (u.GOK)                                   | OKq                      | m                                          | 0,0                      |  |
| Unterkante Quelle (u.GOK)                                  | UKq                      | m                                          | 0,6                      |  |
| Bodenart (KA5)                                             |                          |                                            | fS / Geschiebelehm / Ton |  |
| Feldkapazität                                              | FK                       | %                                          | 33,8                     |  |
| Trockenraumdichte Quelle                                   | pb-Q                     | kg/dm <sup>3</sup>                         | 1,50                     |  |
| Trockenraumdichte Transportstr.                            | pb-zs                    | kg/dm <sup>3</sup>                         | 1,60                     |  |
| Gesamtgehalt                                               | G                        | mg/kg TM                                   | 670,000                  |  |
| <b>Gesamtmasse Quelle</b>                                  | <b>M<sub>Sch,F</sub></b> | <b>kg</b>                                  | <b>150,750</b>           |  |
| Mobilisierbarer Anteil                                     | M <sub>mob</sub>         | %                                          | 100,0                    |  |
| Quellkonzentration                                         | c <sub>0</sub>           | µg/l                                       | 58,0                     |  |
| Vorbelastung Transportstrecke                              | c <sub>i</sub>           | µg/l                                       | 0,0                      |  |
| Emissionsdauer                                             | t <sub>e</sub>           | a                                          | 39986,7                  |  |
| Quellstärke                                                | J <sub>s1</sub>          | mg/(m <sup>2</sup> *a)                     | 15,1                     |  |
| Sickerwasserrate                                           | SWR                      | mm/a                                       | 260,0                    |  |
| Länge Transportstrecke                                     | z <sub>s</sub>           | m                                          | 2,8                      |  |
| Sickerwassergeschw                                         | v <sub>sm</sub>          | m/a                                        | 0,769                    |  |
| Schadstoffverweilzeit                                      | t <sub>stm</sub>         | a                                          | 25769,9                  |  |
| Dispersivitäts-Skalenfaktor                                | f <sub>d</sub>           |                                            | 0,100                    |  |
| long. Dispersivität                                        | α <sub>z</sub>           | m                                          | 0,280                    |  |
| long. Disp.koeff.                                          | D <sub>z</sub>           | m <sup>2</sup> /a                          | 0,215                    |  |
| lin. Verteilungskoeff.                                     | k <sub>d</sub>           | l/kg                                       | 1495,366                 |  |
| Retardationsfaktor                                         | R                        |                                            | 7079,7                   |  |
| Halbwertszeit Abbau                                        | T <sub>1/2</sub>         | a                                          | 1000000,000              |  |
| Abbaukoeffizient                                           | λ                        | 1/a                                        | 0,000                    |  |
| <b>Berechnung nach analytischer Lösung "van Genuchten"</b> |                          |                                            |                          |  |
| <b>Konzentrations- und Frachtberechnung am OdB</b>         |                          |                                            |                          |  |
| max. Konzentration                                         | C <sub>max</sub>         | µg/l                                       | 53,9                     |  |
| Zeitpunkt der max. Konz.                                   | t <sub>cmax</sub>        | a                                          | 49611,0                  |  |
| Zeitpunkt PW-Überschr.                                     | t <sub>pwü</sub>         | a                                          | 41236,0                  |  |
| Zeitpunkt PW-Unterschr.                                    | t <sub>pwu</sub>         | a                                          | 55126,0                  |  |
| Dauer PW-Überschr.                                         | t <sub>pw</sub>          | a                                          | 13890,0                  |  |
| Schadstoffemission Quelle                                  | E <sub>s1ges</sub>       | kg                                         | 150,750                  |  |
| Schadstoffemission GW                                      | E <sub>s2ges</sub>       | kg                                         | 47,414                   |  |
| max. Fracht GW                                             | E <sub>s2max</sub>       | g/a                                        | 3,505                    |  |
| mittl. Fracht GW                                           | E <sub>s2mittel</sub>    | g/a                                        | 3,414                    |  |
| max. Emissionsstärke GW                                    | J <sub>s2max</sub>       | mg/(m <sup>2</sup> *a)                     | 14,0                     |  |
| mittl. Emissionsstärke GW                                  | J <sub>s2mittel</sub>    | mg/(m <sup>2</sup> *a)                     | 13,7                     |  |
| mobilisierbare Masse                                       | M <sub>mob</sub>         | kg                                         | 150,750                  |  |
| Abbruchkriterium                                           |                          |                                            |                          |  |

Abbruchkriterium 1: keine Unterschreitung des PW im Berechnungszeitraum

|                                                            |                          |                                            |                          |               |
|------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|---------------|
| <b>Transportbetrachtung Fallkonstellation A</b>            |                          | <b>Bearbeiter: S. Büscherhoff-v.d.Haar</b> |                          |               |
| <b>konstante Quellkonzentration</b>                        |                          | <b>Projekt: U215515 Am Limberg</b>         |                          |               |
| <b>gelbe Felder: Eingabefelder</b>                         |                          | <b>Datum Bearbeit.: 22.10.15</b>           |                          |               |
| <b>rote Schrift: berechnete Werte</b>                      |                          | <b>Version 2.4</b>                         |                          |               |
| <b>Kennwert/Parameter</b>                                  | <b>Symbol</b>            | <b>Einheit</b>                             | <b>Wert</b>              |               |
| Schadstoff                                                 |                          |                                            | Blei                     |               |
| Prüfwert BBodSchV oder GFS                                 | PW oder GFS              | µg/l                                       | 25,00                    |               |
| Kontaminierte Fläche                                       | F                        | m²                                         | 250,0                    |               |
| Ort der Beurteilung (u.GOK)                                | OdB                      | m                                          | 3,4                      |               |
| Oberkante Quelle (u.GOK)                                   | OKq                      | m                                          | 0,0                      |               |
| Unterkante Quelle (u.GOK)                                  | UKq                      | m                                          | 0,6                      |               |
| Bodenart (KA5)                                             |                          |                                            | fS / Geschiebelehm / Ton |               |
| Feldkapazität                                              | FK                       | %                                          | 33,8                     |               |
| Trockenraumdichte Quelle                                   | pb-Q                     | kg/dm³                                     | 1,50                     |               |
| Trockenraumdichte Transportstr.                            | pb-zs                    | kg/dm³                                     | 1,60                     |               |
| Gesamtgehalt                                               | G                        | mg/kg TM                                   | 5000,000                 |               |
| <b>Gesamtmasse Quelle</b>                                  | <b>M<sub>Sch,F</sub></b> | <b>kg</b>                                  | <b>1125,000</b>          |               |
| Mobilisierbarer Anteil                                     | M <sub>mob</sub>         | %                                          | 100,0                    |               |
| Quellkonzentration                                         | c <sub>0</sub>           | µg/l                                       | 78,0                     |               |
| Vorbelastung Transportstrecke                              | c <sub>i</sub>           | µg/l                                       | 0,0                      |               |
| Emissionsdauer                                             | t <sub>e</sub>           | a                                          | 221893,5                 |               |
| Quellstärke                                                | J <sub>s1</sub>          | mg/(m²*a)                                  | 20,3                     |               |
| Sickerwasserrate                                           | SWR                      | mm/a                                       | 260,0                    |               |
| Länge Transportstrecke                                     | z <sub>s</sub>           | m                                          | 2,8                      |               |
| Sickerwassergeschw.                                        | v <sub>sm</sub>          | m/a                                        | 0,769                    |               |
| Schadstoffverweilzeit                                      | t <sub>stm</sub>         | a                                          | 451547,4                 |               |
| Dispersivitäts-Skalenfaktor                                | f <sub>d</sub>           |                                            | 0,100                    |               |
| long. Dispersivität                                        | α <sub>z</sub>           | m                                          | 0,280                    |               |
| long. Disp.koeff.                                          | D <sub>z</sub>           | m²/a                                       | 0,215                    |               |
| lin. Verteilungskoeff.                                     | k <sub>d</sub>           | l/kg                                       | 26205,665                |               |
| Retardationsfaktor                                         | R                        |                                            | 124051,5                 |               |
| Halbwertszeit Abbau                                        | T <sub>1/2</sub>         | a                                          | 1000000,000              |               |
| Abbaukoeffizient                                           | λ                        | 1/a                                        | 0,000                    |               |
| <b>Berechnung nach analytischer Lösung "van Genuchten"</b> |                          |                                            |                          |               |
| <b>Konzentrations- und Frachtberechnung am OdB</b>         |                          |                                            |                          |               |
| max. Konzentration                                         | c <sub>max</sub>         | µg/l                                       | 12,8                     |               |
| Zeitpunkt der max. Konz.                                   | t <sub>cmax</sub>        | a                                          | 299996,0                 |               |
| Zeitpunkt PW-Überschr.                                     | t <sub>pwü</sub>         | a                                          | -                        | keine PW-Ü.   |
| Zeitpunkt PW-Unterschr.                                    | t <sub>pwu</sub>         | a                                          | -                        | keine PW-Ü.   |
| Dauer PW-Überschr.                                         | t <sub>pw</sub>          | a                                          | 0,0                      |               |
| Schadstoffemission Quelle                                  | E <sub>s1ges</sub>       | kg                                         | 1125,000                 |               |
| Schadstoffemission GW                                      | E <sub>s2ges</sub>       | kg                                         | -                        | keine Berech. |
| max. Fracht GW                                             | E <sub>s2max</sub>       | g/a                                        | -                        | keine Berech. |
| mittl. Fracht GW                                           | E <sub>s2mittel</sub>    | g/a                                        | -                        | keine Berech. |
| max. Emissionsstärke GW                                    | J <sub>s2max</sub>       | mg/(m²*a)                                  | -                        | keine Berech. |
| mittl. Emissionsstärke GW                                  | J <sub>s2mittel</sub>    | mg/(m²*a)                                  | -                        | keine Berech. |
| mobilisierbare Masse                                       | M <sub>mob</sub>         | kg                                         | 1125,000                 |               |
| Abbruchkriterium                                           |                          |                                            |                          |               |

Abbruchkriterium 1: keine Unterschreitung des PW im Berechnungszeitraum

|                                                            |                       |                                            |                         |  |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|-------------------------|--|
| <b>Transportbetrachtung Fallkonstellation A</b>            |                       | <b>Bearbeiter: S. Büscherhoff-v.d.Haar</b> |                         |  |
| <b>konstante Quellkonzentration</b>                        |                       | <b>Projekt: U215515 Am Limberg</b>         |                         |  |
| gelbe Felder: Eingabefelder                                |                       | <b>Datum Bearbeit.: 22.10.15</b>           |                         |  |
| rote Schrift: berechnete Werte                             |                       | <b>Version 2.4</b>                         |                         |  |
| <b>Kennwert/Parameter</b>                                  | <b>Symbol</b>         | <b>Einheit</b>                             | <b>Wert</b>             |  |
| Schadstoff                                                 |                       |                                            | Antimon                 |  |
| Prüfwert BBodSchV oder GFS                                 | PW oder GFS           | µg/l                                       | 10,00                   |  |
| Kontaminierte Fläche                                       | F                     | m <sup>2</sup>                             | 250,0                   |  |
| Ort der Beurteilung (u.GOK)                                | OdB                   | m                                          | 3,4                     |  |
| Oberkante Quelle (u.GOK)                                   | OKq                   | m                                          | 0,0                     |  |
| Unterkante Quelle (u.GOK)                                  | UKq                   | m                                          | 0,6                     |  |
| Bodenart (KA5)                                             |                       |                                            | fS/ Geschiebelehm / Ton |  |
| Feldkapazität                                              | FK                    | %                                          | 33,8                    |  |
| Trockenraumdichte Quelle                                   | pb-Q                  | kg/dm <sup>3</sup>                         | 1,50                    |  |
| Trockenraumdichte Transportstr.                            | pb-zs                 | kg/dm <sup>3</sup>                         | 1,60                    |  |
| Gesamtgehalt                                               | G                     | mg/kg TM                                   | 312,000                 |  |
| Gesamtmasse Quelle                                         | M <sub>Sch,F</sub>    | kg                                         | 70,200                  |  |
| Mobilisierbarer Anteil                                     | M <sub>mob</sub>      | %                                          | 100,0                   |  |
| Quellkonzentration                                         | c <sub>0</sub>        | µg/l                                       | 180,0                   |  |
| Vorbelastung Transportstrecke                              | c <sub>i</sub>        | µg/l                                       | 0,0                     |  |
| Emissionsdauer                                             | t <sub>e</sub>        | a                                          | 6000,0                  |  |
| Quellstärke                                                | J <sub>s1</sub>       | mg/(m <sup>2</sup> *a)                     | 46,8                    |  |
| Sickerwasserrate                                           | SWR                   | mm/a                                       | 260,0                   |  |
| Länge Transportstrecke                                     | z <sub>s</sub>        | m                                          | 2,8                     |  |
| Sickerwassergeschw                                         | v <sub>sm</sub>       | m/a                                        | 0,769                   |  |
| Schadstoffverweilzeit                                      | t <sub>stm</sub>      | a                                          | 152,8                   |  |
| Dispersivitäts-Skalenfaktor                                | f <sub>d</sub>        |                                            | 0,100                   |  |
| long. Dispersivität                                        | α <sub>z</sub>        | m                                          | 0,280                   |  |
| long. Disp.koeff.                                          | D <sub>z</sub>        | m <sup>2</sup> /a                          | 0,215                   |  |
| lin. Verteilungskoeff.                                     | k <sub>d</sub>        | l/kg                                       | 8,659                   |  |
| Retardationsfaktor                                         | R                     |                                            | 42,0                    |  |
| Halbwertszeit Abbau                                        | T <sub>1/2</sub>      | a                                          | 1000000,000             |  |
| Abbaukoeffizient                                           | λ                     | 1/a                                        | 0,000                   |  |
| <b>Berechnung nach analytischer Lösung "van Genuchten"</b> |                       |                                            |                         |  |
| <b>Konzentrations- und Frachtberechnung am OdB</b>         |                       |                                            |                         |  |
| max. Konzentration                                         | c <sub>max</sub>      | µg/l                                       | 180,0                   |  |
| Zeitpunkt der max. Konz.                                   | t <sub>cmax</sub>     | a                                          | 2376,0                  |  |
| Zeitpunkt PW-Überschr.                                     | t <sub>pwü</sub>      | a                                          | 78,0                    |  |
| Zeitpunkt PW-Unterschr.                                    | t <sub>pwu</sub>      | a                                          | 6301,0                  |  |
| Dauer PW-Überschr.                                         | t <sub>pw</sub>       | a                                          | 6223,0                  |  |
| Schadstoffemission Quelle                                  | E <sub>s1ges</sub>    | kg                                         | 70,200                  |  |
| Schadstoffemission GW                                      | E <sub>s2ges</sub>    | kg                                         | 70,155                  |  |
| max. Fracht GW                                             | E <sub>s2max</sub>    | g/a                                        | 11,700                  |  |
| mittl. Fracht GW                                           | E <sub>s2mittel</sub> | g/a                                        | 11,273                  |  |
| max. Emissionsstärke GW                                    | J <sub>s2max</sub>    | mg/(m <sup>2</sup> *a)                     | 46,8                    |  |
| mittl. Emissionsstärke GW                                  | J <sub>s2mittel</sub> | mg/(m <sup>2</sup> *a)                     | 45,1                    |  |
| mobilisierbare Masse                                       | M <sub>mob</sub>      | kg                                         | 70,200                  |  |
| Abbruchkriterium                                           |                       |                                            |                         |  |

Abbruchkriterium 1: keine Unterschreitung des PW im Berechnungszeitraum