

02.20

Lizenziert für Herrn Volker Schnibben.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

29. Jahrgang
April 2020
Seiten 45–88

altlasten spektrum

Herausgegeben vom
Ingenieurtechnischen Verband für Altlastenmanagement
und Flächenrecycling e.V. (ITVA)

www.ALTLASTENDigital.de



Organ des ITVA

Grundwasser-Management- plan – Vielseitiges Instru- ment zur Verbesserung der Grundwasserqualität

S. Vasin, H. J. Kirchholtes

Möglichkeiten und Grenzen der Vor-Ort-Analytik – Eine kritische Betrachtung

Ch. A. Gillbricht

Boden- und Grundwasser- sanierung unter Verwendung von aktiviertem Persulfat

P. Block, B. Smith, M. Mueller

Kampfmittelräumung in in- nerörtlicher Bebauungslage

V. Schnibben, J. Wöbse, L. Zipprich





Kampfmittelräumung in innerörtlicher Bebauungslage

Entmunitionierung des historischen Wallgrabens in Schwalmstadt-Ziegenhain

Volker Schnibben, Jasper Wöbse, Lutz Zipprich

1. Einleitung

Nach Hinweisen auf eine Kampfmittelbelastung des historischen Wallgrabens im hessischen Schwalmstadt-Ziegenhain, wurden Kampfmittelsondierungen im Bereich der Wasserfestung Ziegenhain durchgeführt. Bei den Untersuchungen wurden durch geomagnetische Messungen flächige Kampfmittelfunde ermittelt, wobei eine Vielzahl von Einzelanomalien und Anomalien sowie in mehreren Bereichen Verklappungsstellen ermittelt worden sind. Aufgrund der Kampfmittelfunde musste der Wallgraben für eine Nutzung bis zur Freigabe nach einer kompletten Räumung gesperrt werden. Behördlicherseits wurde auf Grundlage der vorliegenden Erkundungsergebnisse eine Kampfmittelräumung des Wallgrabens gefordert. Das Räumziel sieht eine „uneingeschränkte Nachnutzung der Gewässerflächen ohne Gefährdung der Bevölkerung“ vor.

2. Vorgeschichte und Ausgangslage

Bei dem Projektgebiet handelt es sich um ein historisches Wallgrabensystem im hessischen Schwalmstadt-Ziegenhain. Die Festung Ziegenhain wurde im 16. Jahrhundert, durch das Anlegen von Basteien, Wällen und einem Grabensystem zu der heute noch in Teilen erhaltenen Festungsanlage ausgebaut. Die ehemalige Wasserfestung bildet heute den historischen Stadtkern von Ziegenhain und stellt zudem ein bedeutendes Kulturdenkmal dar. Teile der Anlage wurden bereits in preußischer Zeit als Haftanstalt genutzt. Heute bilden diese Bereiche den wesentlichen Abschnitt der JVA Schwalmstadt-Ziegenhain.

Im Laufe des 19. und 20. Jahrhunderts hat sich innerhalb des Wallgrabensystems eine kleinstädtische Mischnutzung aus Wohnbebauung und Gewerbe entwickelt. Außerhalb des Wallgrabens herrscht geschlossene Wohnbebauung vor.

In der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg fiel die Stadt Schwalmstadt, wie das gesamte Bundesland Hessen, in die alliierte Besatzungszone. Historische Dokumente und Zeitzeugenberichte belegen, dass in dieser Zeit verschiedenste Kampfmittel in dem historischen Wallgraben verklappt wurden.



Abbildung 1: Großer und Kleiner Wallgraben in Schwalmstadt-Ziegenhain

Das ursprüngliche Grabensystem bestand aus einem geschlossenem Wasserring, welcher im Laufe der Zeit durch zwei Dämme unterbrochen wurde (Abbildung 1). Heute existieren mit dem „Großen Wallgraben“ und dem „Kleinen Wallgraben“ 2 Teilabschnitten mit einer Länge von ca. 1.200 m bzw. 500 m, einer Breite von i. M. 25 m und einer Wassertiefe von bis zu 2 m. Bei dem Wallgraben handelt es sich um ein künstliches Gewässer, was aufgrund seiner sehr geringen Fließgeschwindigkeiten eher einem stehenden Gewässer gleicht. Hydraulisch wird es durch Oberflächenwasser gespeist und steht nicht im Kontakt zum Grundwasserleiter.

Im Rahmen von weiterführenden Untersuchungen zur Kampfmittelsituation wurden die Verdachtsmomente bestätigt und zahlreiche Kampfmittel sowie Waffen/Waffenteile aufgefunden. Daraufhin wurde der gesamte Wallgraben im Jahr 2008 für Nutzungen gesperrt. Bis zu diesem Zeitpunkt diente dieser als Naherholungsgebiet für die Bevölkerung.

Eigentümer der betroffenen Flächen ist das Bundesland Hessen. Im Auftrag dessen führt der Landesbetrieb Bau und Immobilien Hessen (LBIH) die Kampfmittelräumung des Großen und Kleinen Wallgrabens durch.

Nach erfolgreicher Datenauswertung seitens des Kampfmittelräumdienstes des Landes Hessen sowie Durchführung mehrerer Untersuchungskampagnen [2, 4] lässt sich die Kampfmittelsituation wie folgt beschreiben:

- Es handelt sich nicht um ein Bombenabwurfgebiet. Es bestehen keine Anhaltspunkte für das Vorhandensein von Abwurfmunition.
- Im gesamten Wallgraben ist mit verklappten Kampfmitteln sowie Waffen und Waffenteilen zu rechnen. Die größte anzunehmende Sprengkraft weist eine aufgefundene Panzermine auf. [6]

In Abstimmung mit dem Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen wurden daraufhin die folgenden Räumziele definiert:

- Kampfmittelräumung nach dem Stand der Technik
- Der Grenzdurchmesser für die zu räumenden Kampfmittel wurde in Anlehnung an die VOB Teil C (DIN 18323, 3.7.4) auf das Kaliber 12,7 mm festgelegt.
- Die Aushubgrenze beträgt grundsätzlich 1,5 m unter Sedimentoberkante. Die Tiefenerfassung erfolgt u. a. GPS-gestützt.
- Der Böschungsbereich bis 1 m oberhalb der Wasserlinie wird ebenfalls beräumt
- Im Anschluss an die Räumarbeiten wird eine geophysikalische Freimessung erfolgen, um den Räumefolg nochmalig zu überprüfen.

Das Räumgebiet des Wallgrabens befindet sich planungsrechtlich im Innenbereich. Das Gebiet liegt im Geltungsbereich verschiedener Bebauungspläne der Stadt Schwalmstadt. Umliegend um den Wallgraben befinden sich gemäß Flächennutzungsplan der Stadt Schwalmstadt weitgehend Wohngebäude. Diese liegen in Teilbereichen weniger als 10 m von den Uferböschungen des Wallgrabens entfernt. Im inneren Bereich des Wallgrabens befinden sich Wohn- und Mischgebiete sowie ein Sondergebiet für die Justizvollzugsanstalt (JVA).

3. Planung

Im Rahmen des Planungsprozesses wurden zunächst zentrale Fragestellungen formuliert, um sich der praktischen Umsetzung zunächst über eine theoretische Machbarkeit zu nähern:

- Mit welchen Räumverfahren können die geforderten Räumziele erreicht werden?
- Welche Räumverfahren sind technisch umsetzbar und wirtschaftlich sinnvoll?

- Wie kann ein maximaler Schutz für die im Räumbereich tätigen Mitarbeiter sowie für die unmittelbar umgebende Wohnbebauung erreicht werden?
- Welche Maßnahmen sind zu ergreifen, um die Eingriffe in das Ökosystem „Wallgraben“ möglichst gering zu halten?

Da sämtliche Räumverfahren zwangsläufig mit mechanischen Eingriffen in das Gewässer bzw. das Sediment verbunden sind, mussten zudem weitere Randbedingungen betrachtet werden:

- Chemische und bodenmechanische Beschaffenheit der Grabensedimente
- Vermessung der Topografie und Tiefenverhältnisse im Gewässer
- Grundlagenermittlung zur ökologischen Situation und mögliche Auswirkungen auf das System.

Im Vorfeld wurden bauseits Sedimentproben aus Quer- und Längsprofilen entnommen und chemisch und bodenmechanisch untersucht.

Bei den Sedimenten handelt es sich um organogene Tone (OT) mit einem Feinkornanteil von 72 % bis 94 % und Wassergehalten zwischen 41,5 % und 394 %. Glühverlustmessungen von 4,6 % bis 44,6 % unterstreichen die erhöhten organische Anteile.

Die Sedimente sind weitgehend schlammig-pastös und weisen faulige Gerüche auf (Hinweis auf anoxische Schwefelwasserstoffverbindungen). Die Sedimentoberkante befindet sich – gemessen ab Wasseroberfläche – in Tiefen zwischen 1,45 m und 2,50 m. Der oberste Bereich hat eine flüssige bis breiige Konsistenz. Darunter, in Tiefen zwischen 1,80 m und 2,75 m, liegen die Sedimente weicher Konsistenz vor.

Die chemischen Untersuchungen hinsichtlich einer möglichen Stoffbelastung der Sedimente ergaben LAGA-Zuordnungswerte zwischen Z1.1 und >Z2. Abfalltechnisch sind über die Hälfte aller Proben in die Einbauklasse >Z2 nach LAGA einzustufen. Einstufungsrelevante Parameter waren überwiegend Sulfat und PAK, untergeordnet Kohlenwasserstoffe, PCB, Zink, Benzo(a)pyren und EOX.

Zur Ermittlung der topografischen Geländeverhältnisse sowie der Gewässertiefen wurden im Vorfeld umfangreiche Vermessungs- und Echolotarbeiten durchgeführt.

Aus ökologischer Sicht zeigt der Wallgraben, bedingt durch seine Entstehungsgeschichte und die einstige Nutzung, hinsichtlich der Gewässerstruktur erhebliche Defizite. Aufgrund der geringen Wassertiefe, unzureichendem Wasseraustausch sowie erhöhter Nährstoffverfügbarkeit (eutrophes Gewässer) kommt es wiederholt zu defizitären Sauerstoffverhältnissen. Entsprechende Fischsterben sind aus der Vergangenheit belegt.

Ökologische Untersuchungen haben andererseits das Vorkommen schützenswerter Arten wie z. B. Süß-

Kampfmittelräumung in innerörtlicher Bebauungslage

wassermuscheln und div. Pflanzenarten im Wallgraben ergeben [1, 3, 5].

Im Zuge der Planung mussten daher, neben der technischen Abwicklung, auch ökologische Randbedingungen betrachtet und geeignete Maßnahmen vorgesehen werden.

Daher wurden verschiedene Räumverfahren betrachtet und auf deren Eignung im Hinblick auf die Aufgabenstellung hin überprüft:

- a) Räumverfahren mittels Nassbaggerung bei gleichzeitiger Entschlammung des Wallgrabens.
Dieses Räumverfahren sieht die Förderung der munitionsbelasteten Sedimente sowie die Entmunitisierung, Entwässerung und Verwertung/Entsorgung der selbigen vor.
- b) Abschnittweise Trockenlegung des Gewässers und flächige Ausbaggerung des Sediments.
Dieses Räumverfahren sieht das segmentweise Trockenlegen des Wallgrabens mittels Spundwandverbau und Grundwasserabsenkung vor.
- c) Räumverfahren mittels Spülsiebgreifer unter Verbleib des Sediments im Gewässer.
Dieses Verfahren sieht die Sedimentförderung mittels pontongestütztem Bagger vor. Dieser fördert die Sedimente mittels eines Spülsiebgreifers und spült diese auf Höhe der Wasserlinie mittels Wasserdruck durch die Siebschlitze zurück in das Gewässer.

Nach Betrachtung und Bewertung der genannten Räumverfahren wurde die Durchführung der Räumvariante C „Räumverfahren mittels Spülsiebgreifers“ beschlossen. Gegenüber den anderen Varianten weist das Verfahren die folgenden Vorteile auf:

- Durch den Spülvorgang unterhalb der Wasseroberfläche ist ein erhöhter Explosionsschutz gegeben.
- Die Sedimente verbleiben im Wallgraben. Durch den Verbleib der Sedimente im Wallgraben entfällt eine aufwändige Aufbereitung und Deponierung. Die Abfallmengen werden somit deutlich reduziert.

- Durch den Spülvorgang unter Wasser ist gegenüber der Auskoffierung ein zeitlicher Vorteil zu realisieren.

Um die technische Umsetzung des gewählten Verfahrens zu überprüfen sowie ggf. Optimierungen vornehmen zu können, wurde eine 4-monatige Testfeldberäumung durchgeführt, bei der eine Fläche von ca. 1.000 m² erfolgreich beräumt worden ist.

Im Rahmen des Testfeldes konnten auch die Details des Verfahrens und der Abläufe optimiert werden.

Neben den allgemeinen Arbeitssicherheitsaspekten stand insbesondere das Thema „Explosions-/Splitterschutz“ im Vordergrund.

Aufgrund der Lage des Raumgebietes innerhalb einer weitgehend geschlossenen, dichten Wohnbebauung kam den Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung eine zentrale Stellung zu. Ferner musste der Schutz des eingesetzten Personals berücksichtigt werden. In Abstimmung mit dem Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen wurde daraufhin ein Arbeitssicherheitskonzept erstellt, dessen wesentlichen Punkte hier aufgeführt sind:

- Mindestsicherheitsabstand von 30 m zum Räumbereich, sofern kein weiterer Explosions-/Splitterschutz eingesetzt wird.
- Technische Ausrüstung der eingesetzten Räumgeräte gemäß BGI 833/DGUV Information 201-027
- Einrichtung eines explosionsgeschützten Bereiches auf dem Baggerponten als Aufenthaltsort für die Feuerwerker (während der Spülarbeiten)
- Einrichtung eines schwimmenden Splitterschutzes um den Baggerponten herum
- Einrichtung eines „mitlaufenden“ landseitigen Splitterschutzes aus Holzwänden und/oder sandgefüllten Big Bags.

4. Durchführung

Die Machbarkeit der Maßnahme wurde, wie oben beschrieben, in einer vorgeschalteten Testphase überprüft. Das gewählte Verfahren wurde bezogen auf die

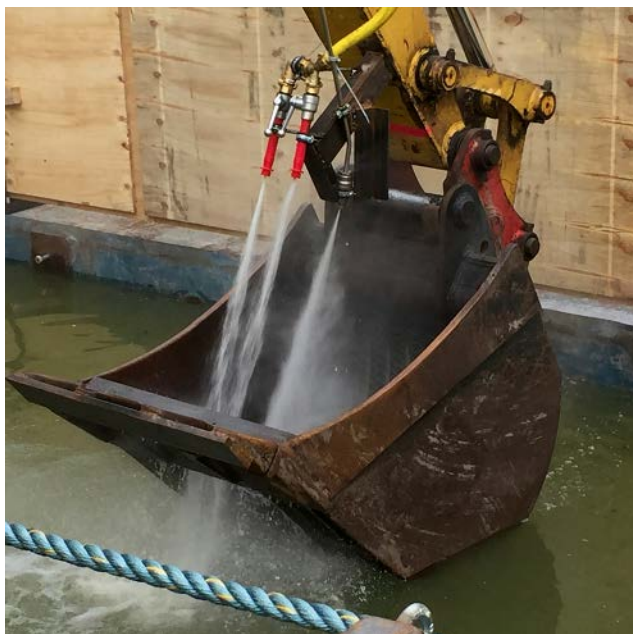


Abbildung 2: Einsatz einer Siebschaufel mit Spülaufsatz

Grundsätze der Baufachlichen Richtlinie (BFR) zur Kampfmittelräumung Anhänge A-9.4.6 (Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung) für die Umsetzung im Uferböschungsbereich oberhalb der Wasserlinie sowie A-9.4.13 (Vollflächige, sedimenteingreifende Kampfmittelräumung) im wasserbedeckten Bereich mittels Greifer- und Baggerlöffel mit Siebvorrichtung und Spülunterstützung optimiert.

Zu Beginn der Maßnahme erfolgten eine flächendeckende landseitige Vermessung des Untersuchungsraums sowie eine wasserseitige Echolotmessung. Diese diente als Grundlage für die Festlegung einzelner Räumparzellen (10 m x 10 m) sowie zur Ermittlung der Wassertiefen bzw. der Abstände zur Sedimentoberkante unterhalb der Wasserfläche.

Die landseitige Kampfmittelräumung erfolgte im Bereich bis 1,0 m oberhalb der Wasserlinie über die Sondierung und anschließender Freilegung gemessener Störpunkte im Uferbereich durch Aufgrabung. Bei tiefer liegenden Anomalien erfolgte die Freilegung mit Unterstützung des Baggers vom Ponton aus.

Der Böschungsbereich unterhalb der Wasserlinie war in den meisten Bereichen mit einer Steinschüttung versehen, die vor der Sondierung und Sedimentspülung entnommen und zur Seite auf zusätzliche Begleitschuten gelegt werden musste. Nach Abschluss der Beräumung und Kontrollsondierung wurde die Uferstabilisierung wieder eingebaut. In Teilbereichen wurde sie durch Natursteingrobschlag ergänzt oder auch ersetzt, sofern überwiegend Bauschutt oder andere Abfälle aufgefunden wurden.

Für den Spülvorgang in der Grabenmitte sowie im Randbereich wurde nach Vorsondierung das Sediment mit dem Siebgreifer oder Sieblöffel (Maschenweite 12 mm) aufgenommen und auf Höhe der Wasseroberfläche mit Unterstützung hydraulischer Düsen (Abbil-

dung 2) ausgespült. Das Sediment ist so im Wasser verblieben und die Feststoffe konnten im Sieb zur Identifizierung und Separierung geborgen werden.

Bei dem Siebgut handelte es sich oftmals um Bauschutt, Siedlungsabfälle, Schrott, Sperrmüll, Holz/Pflanzenreste und weitere diverse Funde, wie z.B. Knochen oder auch kontaminierte Sedimente. Innerhalb dieser sehr heterogenen Zusammensetzung waren aber immer wieder Kampfmittel enthalten, sodass man jederzeit davon ausgehen musste, zur Erreichung des festgelegten Räumziels den gesamten Wallgraben zu beräumen.

Für die Kontrolle der Räumarbeiten wurden die Bagger mit einem GPS-basierten Baggersichtsystem ausgerüstet, über das die Lage des Baggers in der Fläche nachgewiesen werden konnte. Der Nachweis der ausgeführten Leistung sowie die Dokumentation der geforderten Tiefe erfolgten über das gleiche System. Das Baggersichtsystem setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen, die die Lagebestimmung über GPS mit den Vermessungsdaten der Fläche und Tiefe verschneidet und zu einem dreidimensionalen Gesamtprofil des Grabens zusammenführt. Die Höhe der Spülschaufel



Abbildung 3: Bildschirmansicht auf dem Bagger mit Darstellung des Räumfortschritts

Kampfmittelräumung in innerörtlicher Bebauungslage

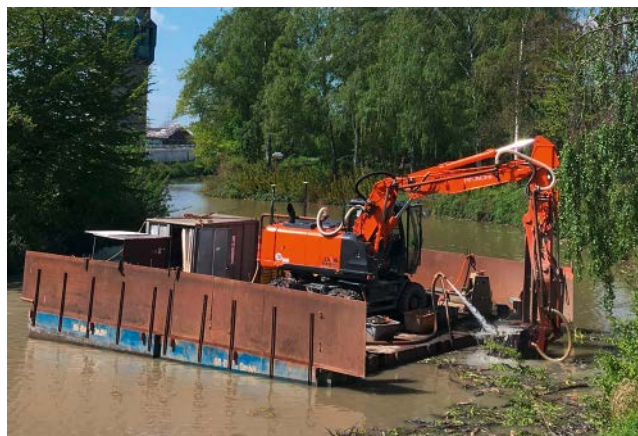


Abbildung 4: Räum- und Spülarbeiten im Randbereich – Spülunterstützung über Wasserstrahl von oben; Umgebungsschutz durch Stahl- und Bohlenwände

wird über das System berechnet. Über eine entsprechende Voreinstellung wird die zu erreichende Tiefe (1,5 m u. SOK) durch eine virtuelle Linie dargestellt. Abgearbeitete Bereiche, die bis in die erforderliche Tiefe beräumt wurden, werden in der Fläche entsprechend farblich dargestellt. So kann im Bagger der Fortschritt der Räumarbeiten überwacht werden (Abbildung 3).

In Teilbereichen wurden Abfalllagen angetroffen, die über die Zieltiefe von 1,5 m u. Sedimentoberkante hinausgingen. Diese wurden in Abstimmung mit den zuständigen Behörden ebenfalls entnommen.

Bei der Umsetzung wurden vermehrt feinkörnige Sedimente angetroffen. Dies hatte zur Folge, dass die Durchspülung des Sediments aufwändiger und die vorgesehene Ausschwemmung ungleich schwieriger war. Zur besseren Auftrennung wurde eine unterstützende Spülung von oben installiert (Abbildung 4). Die hierfür erforderliche Technik musste zunächst entwickelt und vor Ort an die Gegebenheiten angepasst werden. Durch diese Technikanpassung konnten die zeit-

lichen Verzögerungen des Projektes in Grenzen gehalten werden.

Als weiterer Einflussfaktor auf die technische Abwicklung war die vorhandene Wassertiefe von Bedeutung. Die durchschnittliche Tiefe des Wallgrabens bis zur Sedimentoberkante wurde mit ca. 1,8–2,2 m festgestellt. Das vorhandene Grabenprofil besitzt eine U-Form mit unterschiedlich steilen Böschungswinkeln unterhalb der Wasserlinie. Hierdurch konnte die Bearbeitung der Uferrandbereiche ausschließlich ohne den mitgeführten schwimmenden Splitterschutz durchgeführt werden. Entlang der Uferlinie mussten somit spezielle Splitterschutzmaßnahmen ausgeführt werden, die den zu bearbeitenden Bereich einen ausreichenden Schutz lieferten. Als Varianten des Splitterschutzes wurden je nach einzuhaltenden Schutzabstand mit Sand gefüllte Bigbags, im Boden verankerte Holzverbauwände sowie mobile Holzwände in ausreichender Stärke oder auch mobile Stahlwände verwendet. Zur Erreichung einer ausreichenden Höhe z. B. im Bereich von nahestehenden Wohn- oder Geschäftshäusern wurden auch übereinander gestapelte Seecontainer verwendet. Hierdurch konnten Schutzwände bis in eine Höhe von > 7,0 m erreicht werden (Abbildungen 5 und 6).

Bei einem Tiefgang des Baggerpontons von ca. 1,0–1,1 m war es in einzelnen Bereichen nicht möglich, ohne zusätzliche Maßnahmen bis an die Endpunkte zu gelangen, da der Ponton ansonsten auf Grund gelaufen wäre. In diesen Bereichen wurden Fahrrinnen durch Umlagerung innerhalb des Grabens unter Wasser freigebaggert. Dabei war es aus Sicherheitsgründen unumgänglich, das Sediment wegen des Umhens mehrfach durchzuspülen.

Aufgrund der Aufwirbelung der Sedimente kam es zu massiven Einflüssen auf die Wasserqualität. Der Wallgraben mit seinen Uferrandbereichen dient als Lebensraum diverser Tier- und Pflanzenarten, die z.T. geschützt sind. Die Möglichkeit einer Veränderung der Wasserqualität hätte zur Folge haben können, dass



Abbildung 5: Splitterschutz aus Seecontainern



Abbildung 6: Splitterschutz als Sperrholzwand

sich die Lebensbedingungen innerhalb des Stillgewässers soweit verschlechtern (Umkippen des Gewässers), dass die Räumarbeiten hätten unterbrochen werden müssen. Um dem entgegenwirken zu können, wurden die folgenden Maßnahmen getroffen:

- Baubegleitendes limnologisches Monitoring zur Überprüfung der Gewässer-/Wasserqualität
- Belüftung des Gewässers mittels Belüfterpumpen, zur Stabilisierung der Sauerstoffkonzentration
- Separierung, Hälterung und Wiederbesatz von Muschelbeständen und geschützten Pflanzenarten

Die genaue Festlegung von Sicherheitsabständen im Rahmen des Risikomanagements sowie der Arbeitssicherheit erfolgte durch die verantwortliche Person der Kampfmittelräumfirma. Innerhalb dieses Bereiches durften sich keine Personen aufhalten, sofern keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen (Splitterschutz) umgesetzt wurden. Hierfür wurden im Nahbereich sowie am Ufer des Wallgrabens jeweils entsprechende Maßnahmen ergriffen, die den speziellen Gegebenheiten vor Ort angepasst wurden. Im Rahmen der Projektabwicklung haben sich hierbei verschiedene Varianten bewährt, die jeweils optimiert wurden (Abbildungen 5 und 6).

Die unmittelbar im Räumbereich tätigen Personen wurden während des Spülvorgangs durch spezielle Schutzwände (in der Regel Stahlplatten) bzw. Schutzverglasung an den Baumaschinen zusätzlich geschützt. Bei der Durchführung von Tauchgängen wurden keine Spülarbeiten durchgeführt. Funde von Kampfmitteln wurden durch den Kampfmittelräumer identifiziert und in speziellen Behältern zum Abtransport bereitgestellt. Der Abtransport erfolgte nach Auffindung am selben Tag durch vom KMRD Hessen autorisierte Stellen zur Entsorgungsstelle. Nicht transportfähige Munition wurde in einem hierfür errichteten Sprengplatz vor Ort vernichtet. Die Verantwortung für erforderliche Sprengungen lag hier ebenfalls beim KMRD Hessen.

5. Öffentlichkeitsarbeit

Vor und während der Ausführung der Maßnahmen wurden mehrere öffentliche Informationsveranstaltungen durchgeführt, die die Akzeptanz der Maßnahmen wesentlich erhöht hat. Auch die erforderlichen Verkehrs- und Sicherungsmaßnahmen mussten aufgrund der teils erheblichen Eingriffe in die jeweilige Nutzung vorab intensiv mit den betroffenen Anliegern bzw. der Straßenverkehrsbehörde abgestimmt werden.

6. Ergebnisse

Über den gesamten Projektzeitraum von 2017 bis 2020 wurde eine Gesamtfläche von ca. 40.200 m² sondiert und beräumt.

Neben den Kampfmitteln wurden insgesamt ca. 420 t weitere Abfälle (Siedlungsabfälle, Baumischabfälle, Bauschutt, Schrott etc.) aus dem Wallgraben geborgen und entsorgt (Abbildung 7).



Abbildung 7: Diverse Kampfmittelfunde aus dem Wallgraben

Eine Besonderheit war das Auffinden von geschlossenen Glasampullen mit unbekanntem flüssigem Inhalt (Abbildung 8). Da nicht ausgeschlossen werden konnte, dass es sich um Explosivstoff oder auch Kampfstoff handelt, wurden die Arbeiten in den entsprechenden Räumparzellen aus Sicherheitsgründen unterbrochen. Zur Identifizierung des Inhalts wurden die Ampullen in das Speziallabor der GEKA in Munster gegeben. Die Analytik der Inhaltsstoffe hat ergeben, dass es sich um keine Explosivstoffe oder chemische Kampfstoffe han-



Abbildung 8: Glasampullen mit unbekannter Flüssigkeit

Kampfmittelräumung in innerörtlicher Bebauungslage



Abbildung 9: Abschließende Kontrollmessung mittels 5-facher Sonde

delt. Die Arbeiten konnten in diesen Abschnitten somit weitergeführt werden.

Zum Nachweis der vollständigen Beräumung erfolgte im Nachgang zu den Baggararbeiten in der Regel eine Sondierung durch den Taucher. Sofern weitere Anomalien erkannt wurden, wurden diese Bereiche nochmals einer Spülung unterzogen.

Als abschließende Kontrollmessung erfolgte nach Anschluss der Arbeiten eine zusätzliche Befahrung des gesamten Grabenbereichs mittels eines Vertikal-Differenz-Magnetometers mit 5-facher Sonde für den Unterwassereinsatz (Abbildung 9). Hierüber noch festgestellte Anomalien wurden hinsichtlich Lage und Intensität bewertet und sofern erforderlich einer Baggarung unterzogen. Nachweislich tiefliegende Anomalien ($>2,0$ m u. SOK) wurden nur bei besonders hoher Intensität nachgegraben.

Sämtliche Arbeitsschritte der Kampfmittelräumfirma wurden von der örtlichen Bauüberwachung kontrolliert und die jeweiligen Dokumentationen vom Räumfortschritt über die Sedimentbeschaffenheit sowie limnologische und ökologische Ergebnisse bzw. Belange geprüft.

Das Projekt ist erfolgreich und ohne Schadensfälle abgewickelt worden. Nach Abschluss der Beräumung konnte der Kleine Wallgraben bereits wieder für eine uneingeschränkte Nutzung freigegeben werden. Der große Wallgraben wird noch in diesem Jahr ebenfalls wieder uneingeschränkt nutzbar sein.

Literatur

- [1] BFS Bürogemeinschaft für Fisch- & Gewässerökologische Studien, Marburg (Februar 2006): Sanierung Wallgraben Ziegenhain. Ökologische Aspekte – Fische und Gewässerstruktur
- [2] Schollenberger Kampfmittelbergung GmbH (November 2008): Abschlussbericht zur Räumstelle Kleiner und Großer Wallgraben in Ziegenhain, konventionelle Taucherarbeiten vom 10. November 2008 bis 20. November 2008.

- [3] BFS Bürogemeinschaft für Fisch- & Gewässerökologische Studien, Marburg (März 2009): Bestimmung der Süßwassermuschelarten im Wallgraben (Ziegenhain) mit naturschutzfachlicher Stellungnahme.
- [4] Schollenberger Kampfmittelbergung GmbH (Juli 2009): Abschlussdokumentation zur kampfmitteltechnischen Erkundung im Wallgraben in Schwalmstadt-Ziegenhain durch Einsatz einer Tauchergruppe
- [5] BFS Bürogemeinschaft für Fisch- & Gewässerökologische Studien, Marburg (Juli 2011): Das Muschelvorkommen im Wallgraben, Ökologische Aspekte zur Sanierung des Wallgrabens in Ziegenhain.
- [6] Dr. Born – Dr. Ermel GmbH (26.11.2014): Aktennotiz 02 Abstimmungstermin Kampfmittelräumdienst
- [7] Dr. Born – Dr. Ermel GmbH (13.10.2015): Kampfmittelräumung Wallgraben Ziegenhain. Kampfmittelsanierungsplan auf Basis der EW Bau.

Autorenschaft

Dipl.-Geol. Volker Schnibben

M.Sc. Jasper Wöbse

Dr. Born – Dr. Ermel GmbH

Finienweg 7

28832 Achim

E-Mail: schn@born-ermel.de, wj@born-ermel.de

Dipl.-Geol. Lutz Zipprich

HIM GmbH

Waldstraße 11

64584 Biebesheim

E-Mail: lutz.zipprich@him.de

Bildrechte liegen bei der Autorenschaft.

English Summary

An explosive ordnance disposal was carried out in a 1700 m long and 25 m wide historical moat situated within the densely populated historical inner city of Schwalmstadt-Ziegenhain. Beside the highly specialized ordnance clearance technique (sediment excavator with hydraulic flushing), special care needed to be taken of safety aspects, for example fragmentation protection of nearby buildings and streets, as well as of critical ecological conditions, mainly the need for aeration because of a lack of oxygen.

In total 60300 m³ sediment was processed within a 3 year timeframe. Within the processed sediment, 528 kg weapons were found with a total amount of explosives of 53.5 kg.