

## **Projekt 712.002 TO 050 Tagebaurestloch Knappensee**

### **Maßnahmen zur Gefahrenabwehr am Knappensee (ehemaliger Tagebau Werminghoff I) gemäß Sächsischer Hohlraumverordnung**

### **Prüfung von Maßnahmen zur Reduzierung der Betroffenheiten**

Dezember 2013

**Maßnahmen zur Gefahrenabwehr am Knappensee**  
**(ehemaliger Tagebau Werminghoff I)**  
**gemäß Sächsischer Hohlraumverordnung**  
**Prüfung von Maßnahmen zur Reduzierung der Betroffenheiten**

---

**Objekt:** TO 050 Tagebaurestloch Knappensee

**Lage:** Freistaat Sachsen  
Landkreis Bautzen

**Auftraggeber:** LMBV mbH  
Sanierungsbereich Lausitz  
Knappenstraße 1  
01968 Senftenberg  
Tel. 03573 84-0


**Auftragnehmer:** **ARGE Werminghoff**

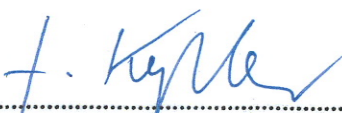
<b>G.U.B. Ingenieur AG</b> - Hauptniederlassung Zwickau - Katharinenstraße 11 08056 Zwickau Tel.: 0375 27175-0 Fax: 0375 27175-1299 E-Mail: info@gub-ing.de Internet: www.gub-ing.de	<b>BIUG GmbH</b> Freiberg Weisbachstraße 6 09599 Freiberg Tel.: 03731 2601-0 Fax: 03731 2601-23 info@biug-geotechnik.de www.biug-geotechnik.de
---	---

**Ingenieurbüro GUP Dresden GbR**  
Paul-Gerhardt-Straße 13  
01309 Dresden  
Tel.: 0351 3193 102  
Fax: 0351 3193 203  
E-Mail: ib-gup@t-online.de  
Internet: www.ib-gup.de

**Projekt-Nr.:** ZWG 12 0792

**Zwickau, Freiberg, Dresden 08.01.2014**

  
.....  
Dipl.-Ing. H. Pretzlaff  
vom Sächsischen Oberbergamt  
anerkannter Sachverständiger für Geotechnik

  
.....  
Dr.-Ing. J. Keßler  
vom Sächsischen Oberbergamt  
anerkannter Sachverständiger für Geotechnik

  
.....  
Dipl.-Ing. G. Bormann

<b>Inhaltsverzeichnis</b>		Seite
Deckblatt		
Titelblatt		
Inhaltsverzeichnis		
Anlagenverzeichnis		
Abkürzungsverzeichnis		
<b>1</b>	<b>Veranlassung und Aufgabenstellung</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Arbeitsunterlagen</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Bearbeitung</b>	<b>9</b>
3.1	Lage und Beschreibung des Bearbeitungsgebietes	9
3.2	Technologische und historische Entwicklung des Bearbeitungsgebietes	10
3.3	Geologische und hydrologische Situation	11
3.4	Gefahrensituation und Erforderlichkeit von Gefahrenabwehrmaßnahmen	12
3.5	Sicherheitslinie und Sperrbereich	13
	3.5.1 Ermittlung der Rückgriffweiten	13
	3.5.2 Definition Sicherheitslinie	15
	3.5.3 Definition Sperrbereich	15
<b>4</b>	<b>Nutzungsmöglichkeit des Abschnittes E 1 während der Sperrphase</b>	<b>18</b>
4.1	Geotechnische Verhältnisse und Gefahrensituation	18
4.2	Bautechnische Möglichkeiten zur Abwendung des Auflaufens von Schwallwellen	19
4.3	Bewertung der Nutzungsmöglichkeit	20
<b>5</b>	<b>Minimierung von Betroffenheiten in der Knappenseesiedlung</b>	<b>21</b>
5.1	Geotechnische Verhältnisse und Gefahrensituation	21
5.2	Betretungsmöglichkeiten während der Sperrphase	23
	5.2.1 Grundsätzliches	23
	5.2.2 Sperrbereich vor und während der Tiefenverdichtung (RDV)	24
	5.2.3 Sperrbereich nach der Tiefenverdichtung (RDV)	27
	5.2.4 Aufrechterhaltung der Medien während der Sperrzeit	28
5.3	Maßnahmen der Objektsicherung / Medienversorgung	29
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>37</b>

## **Anlagenverzeichnis**

### **Anlage 1      Lagepläne**

Anlage 1.1      Regionaler Übersichtslageplan  
M 1 : 10 000

Anlage 1.2      Lageplan  
Prüfung der Minimierung von Betroffenheiten / Untersuchungsbereiche  
M 1 : 5 000

Anlage 1.3      Lageplan  
Übersicht zu den geplanten Sicherungsarbeiten am Knappensee

Anlage 1.4      Lageplan  
Grundwasserflurabstände während Sicherungsarbeiten für einen Seewasserspiegel  
von +125,5 m NHN.  
M 1 : 5 000

### **Anlage 2      Rückgriffweitenermittlung**

#### **Anlage 3      Bereich E 1**

Anlage 3.1      Lageplan  
Teilbereich E 1  
M 1 : 500

Anlage 3.2      Profil E 15/2009  
M 1 : 100

Anlage 3.3      Schwallwellenberechnung

Anlage 3.4      Vorbemessung Bühnenelemente

#### **Anlage 4      Bereich T und S Nord**

    Detaillageplan  
    Bereich T und S Nord  
    M 1 : 500

## **Anlage 5 Medienversorgung**

- Anlage 5.1 Variantenbetrachtung zu Leistungen und Kosten bezogen auf Einzelobjekte mit und ohne Frostschutzmaßnahmen, Sicherungsphase 1 Teil 2, Musterobjekt Siedlung „An der Knappenhütte“, Finnhütte Nr. 3
- Anlage 5.2 Brandmeldeanlage Wohnwagen-Bungalow-Gemeinschaft Knappenhütte, Bereich T, Maßnahmen/ Kosten
- Anlage 5.3 Gemeinde Lohsa  
Campingplatz Z 5, Provisorische Versorgung Elektro  
Voruntersuchung
- Anlage 5.4 Gemeinde Lohsa  
Campingplatz Z 5, Provisorische Versorgung Elektro  
Übersichtplan
- Anlage 5.5 Kostenermittlung

## **Tabellenverzeichnis**

- Tabelle 1: Übersicht Rückgriffweiten 14

## **Abkürzungsverzeichnis**

AFB	Abraumförderbrücke
LMBV	Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau- Verwaltungsgesellschaft mbH
LRV	Oberflächennahe Rüttelverdichtung
RDV	Rütteldruckverdichtung
SächsOBA	Sächsisches Oberbergamt
SE	Standsicherheitseinschätzung

## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Der Knappensee entstand im Jahre 1945 durch die unkontrollierte Flutung des Restloches des ehemaligen Braunkohlentagebaues Werminghoff I. Als Folge dieser unplanmäßigen Beendigung der Tagebautätigkeit sind fast in sämtlichen Uferbereichen Kippenflächen verblieben.

Für das Tagebaurestgewässer wurden mit der Unterlage "Geotechnische Planungsleistungen zur Beseitigung der Setzungsfließgefahr und Sanierung des Knappensees (Tagebau Werminghoff)-SE" [9] in den Jahren 2008 und 2009 umfangreiche Sicherungsmaßnahmen beschrieben. Dieser Grundlage folgten weitere bereichsbezogene Planungsunterlagen von Entwurfs- bis Ausführungsplanung.

Im Jahr 2012 wurden die zeitlichen Abfolgen der geplanten Sicherungsmaßnahmen im Rahmen eines Gesamtbauzeitenplanes präzisiert [11]. Mit diesem Bauzeitenplan zeigte sich eine neue zeitliche Qualität der Betroffenheiten Dritter. Verbunden damit war ebenso eine deutliche Erhöhung der vorangeschlagenen Baukosten.

Mit der Unterlage zur Prüfung der Erforderlichkeit [5] erfolgte im Februar 2013 auf der Grundlage der zu erwartenden Betroffenheiten eine wiederholte Untersuchung der Notwendigkeit von Gefahrenabwehrmaßnahmen. Mit dieser Untersuchung wurde die Handlungsnotwendigkeit erneut nachgewiesen, da die konkrete Gefahr eines Schadensereignisses grundsätzlich besteht.

Aus Gründen der Minimierung der Inanspruchnahme Unbeteiligter, der Kostenoptimierung, der Optimierung der Bauzeiten, der Minimierung verfahrensrechtlicher Risiken und der Absicherung der Entscheidungsprozesse in den Gremien der Finanzierung wurde auf Grundlage der vorliegenden Vorplanung und des Nachweises der Erforderlichkeit von Gefahrenabwehrmaßnahmen folgend die Geeignetheit der geplanten Maßnahmen [4] geprüft. Im Ergebnis dieser Untersuchung erfolgte die Festlegung der Vorzugsvarianten für die Durchführung der Gefahrenabwehrmaßnahmen durch das SächsOBA.

Durch das SächsOBA wurden Gespräche mit den Betroffenen der geplanten Gefahrenabwehrmaßnahmen durchgeführt. Als Interessenvertretung der Betroffenen hat sich am 28.06.2013 eine Bürgerinitiative gegründet. Aus den Gesprächen mit den Betroffenen sowie der Bürgerinitiative resultieren mehrere Fragen und Feststellungen, die an das SächsOBA herangetragen wurden. Daraus resultiert ein Bedarf an der Konkretisierung ausgewählter Aussagen, Festlegungen und Untersuchung, welche Möglichkeiten bestehen, die Betroffenheiten im Rahmen der Baumaßnahmen zu minimieren.

Im Rahmen dieser Fragestellungen sind folgende Sachverhalte zu prüfen:

- *Prüfung der Nutzungsmöglichkeit des Abschnittes E 1 für die Öffentlichkeit während der Sanierungsmaßnahme, hinsichtlich der Gewässernutzung (Baden),*
- *Darstellung der Festlegungen zur Ausdehnung der Sperrbereiche,*
- *Betretungsmöglichkeit der Siedlung Knappenhütte während der Sperrphase,*
- *Heizung der Gebäude der Siedlung Knappenhütte innerhalb des Sperrbereiches.*

Die Prüfungen sind dabei umfassend, konkret, nachvollziehbar und detailliert zu führen und im vorliegenden Bericht zusammenzufassen.

## 2      **Arbeitsunterlagen**

- [1]      Protokoll zur Beratung „Mögliche Maßnahmen zur Reduzierung der Betroffenheiten“ vom 26.09.2013, ARGE Werminghoff, 27.09.2013
  
- [2]      Aufforderung (Mail) LMBV an ARGE und GUP zur Beantwortung von Fragen des SächsOBA, LMBV, 13.09.2013
  
- [3]      Maßnahmen zur Gefahrenabwehr am Knappensee, Schreiben SächsOBA an LMBV zur Festlegung der Planungsvarianten (Vorzugsvarianten), Freiberg 10.09.2013
  
- [4]      Maßnahmen zur Gefahrenabwehr am Knappensee, Prüfung der Geeignetheit von Gefahrenabwehrmaßnahmen, ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Hauptniederlassung Zwickau, BIUG GmbH Freiberg, 02.08.2013
  
- [5]      Maßnahmen zur Gefahrenabwehr am Knappensee, Nachweis der Erforderlichkeit von Gefahrenabwehrmaßnahmen, ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Hauptniederlassung Zwickau, BIUG GmbH Freiberg, 18.02.2013
  
- [6]      Maßnahmen zur Gefahrenabwehr am Knappensee, Genehmigungsplanung Bereich G, ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Hauptniederlassung Zwickau, BIUG GmbH Freiberg, 16.01.2013
  
- [7]      Maßnahmen zur Gefahrenabwehr am Knappensee, Genehmigungsplanung Bereich S, ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Hauptniederlassung Zwickau, BIUG GmbH Freiberg, 16.01.2013
  
- [8]      Maßnahmen zur Gefahrenabwehr am Knappensee, Genehmigungsplanung der Bereich T, ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Hauptniederlassung Zwickau, BIUG GmbH Freiberg, 16.01.2013
  
- [9]      Geotechnische Planungsleistungen zur Beseitigung der Setzungsfließgefahr und Sanierung des Knappensees - Standsicherheitseinschätzung, Band 1, Band 2 und Band 3 ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Büro Zwickau, BIUG GmbH Freiberg, 14.08.2008 und 15.01.2009
  
- [10]     Schreiben zur Bewertung der Betretungsmöglichkeiten der Sperrbereiche, ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Hauptniederlassung Zwickau, BIUG GmbH Freiberg, 31.08.2012
  
- [11]     Gesamtbauplan der Gefahrenabwehrmaßnahmen am Knappensee, ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Hauptniederlassung Zwickau, BIUG GmbH Freiberg, Stand 21.08.2012

- [12] Geotechnische Dokumentation der Durchführung der dynamischen Kippenstabilisierung mittels LRDV einschließlich Böschungsprofilierung im Bereich E am Knappensee  
ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Büro Zwickau,  
BIUG GmbH Freiberg,  
23.07.2010
  
- [13] Geotechnische Planungsleistungen zur Beseitigung der Setzungsfließgefahr und Sicherung des Knappensees – Bereich E – Ausführungsplanung  
ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Büro Zwickau,  
BIUG GmbH Freiberg,  
05.10.2009
  
- [14] Geotechnische Planungsleistungen zur Beseitigung der Setzungsfließgefahr und Sicherung des Knappensees – Bereich E – Entwurfs- und Genehmigungsplanung  
ARGE Werminghoff, G.U.B. Ingenieur AG, Büro Zwickau,  
BIUG GmbH Freiberg,  
28.07.2009
  
- [15] Beurteilung der Setzungsfließgefahr und Schutz von Kippen gegen Setzungsfließen,  
LMBV mbH  
Stand Dezember 1998
  
- [16] Dynamik von Setzungsfließbrutschungen und Bildungen von Schwallwellen, Carsten Jennrich,  
Veröffentlichungen des Institutes für Geotechnik der Technischen Universität Bergakademie  
Freiberg, 1999



## 3 Grundlagen der Bearbeitung

### 3.1 Lage und Beschreibung des Bearbeitungsgebietes

Der Knappensee befindet sich südöstlich von Hoyerswerda, östlich von Wittichenau zwischen den Ortslagen Maukendorf, Koblenz und Groß Särchen. Die Gemarkungen sind dem Landkreis Bautzen und somit dem Freistaat Sachsen zugehörig. Teilbereiche des Gebietes sind als Landschaftsschutzgebiet Knappensee ausgewiesen.

Der See sowie die angrenzenden Böschungen und Landflächen stellen ein im Jahre 1945 geflutetes Tagebaurestloch dar. Die Wasserfläche des Knappensees beträgt ca. 260 ha bei einem Wasserstand von  $H_w = +125,5$  m NHN und ca. 280 ha (2,8 Mio m<sup>2</sup>) bei einem Wasserstand von +126,0 m NHN.

Der Knappensee besitzt eine Nord-Süd-Ausdehnung von ca. 2,1 km und ist zwischen 0,8 km und 2,1 km breit. Die westlichen, nördlichen und östlichen im Hinterland liegenden Böschungen sind überwiegend bewaldet. Am gewachsenen Südrand des Sees liegen die Ortschaften Groß Särchen und Koblenz, die durch die Kreisstraße K 9219 verkehrstechnisch miteinander verbunden sind. Entlang der südwestlichen bis westlichen Seite des Sees verläuft die Bundesstraße B 96. Östlich bzw. nordöstlich des Knappensees verläuft die Kreisstraße Koblenz - Knappenrode (K 9207). Nördlich des Knappensees liegt die Ortschaft Maukendorf.

Die Hinterlandbereiche des Sees weisen im Westen und Süden ein flach ausgebildetes Höhenprofil aus. Dagegen finden sich im östlichen Hinterland Böschungen, deren Geländeprofil bis zu einer maximalen Höhe von +145 m NHN, im nördlichen Teil bis zu +138 m NHN und in weiterer Entfernung zum Ufer bis zu +155 m NHN ansteigt. Neben den gegenüber der Westseite deutlich höheren Lagen zeichnet sich die Ostböschung darüber hinaus durch ausgesprochen steile Böschungsbereiche aus.

Der Knappensee sowie sein unmittelbares Umfeld werden überwiegend touristisch und forstwirtschaftlich genutzt. Folgende Nutzungsflächen sind dabei um den See vorhanden:

- im Osten die auf der Hochkippe gelegene Feriensiedlung Knappenhütte,
- im südlichen Teil der Ostböschung (Koblenzer Strand) Hotels, Bungalows und Gaststätte,
- im Südosten und Süden Ferienanlage mit Campingplatz, Bungalows, Einrichtungen des Freizeitsportes,
- im Südwesten und Westen neben dem für die Speicherbewirtschaftung vorhandenen Randdamm,
- Bungalows, Anglerheim, forstwirtschaftliche Flächen,
- im Westen Waldstreifen,
- im Norden die Bungalowsiedlung Maukendorf mit dem sich anschließenden Campingplatz und
- der nordöstlich gelegenen Hochkippe (Außenkippe) Maukendorf mit forstwirtschaftlicher Nutzung.

Planungstechnisch sind die im Rahmen der Gefahrenabwehrmaßnahmen zu sichernden Bereiche in Abschnitte unterteilt und mit den Buchstaben U, T, S, G, F, D Ost, D Mitte, E, D West, B und A gekennzeichnet.

Das Bearbeitungsgebiet sowie die Planungsabschnitte sind im Lageplan der Anlage 1 dargestellt.

Zur Minimierung der Betroffenheiten werden im vorliegenden Bericht die Bereiche T und S Nord (Siedlung Knappenhütte), der Bereich E 1 sowie D Ost betrachtet.

### ***Siedlung Knappenhütte***

Die Feriensiedlung „Zur Knappenhütte“ befindet sich ca. 1,5 km westlich des Hoyerswerdaer Ortsteils Knappenrode am Nordostufer des Knappensees im Bereich der Absetzerhochkippe des ehemaligen Tagebaus Werminghoff I. Territorial ist das Gelände zur Gemeinde Lohsa-Koblenz gehörig.

Nach Beendigung der bergbaulichen Tätigkeiten wurde der Kippenbereich für Erholungswecke sowie forstwirtschaftlich genutzt. Westlich der Zufahrtsstraße befinden sich die baulichen Anlagen der Feriensiedlung sowie eine gewerbliche Bebauung. Die Bereiche unbebauter Kippenflächen sind mit Wald bewachsen.

Die Geländeoberkante liegt bei ca. +130,0 m NHN bis +145,0 m NHN, wobei die Siedlung selbst auf dem Plateau der Hochkippe angelegt ist.

Die Siedlung ist über eine von Nordost nach Südwest verlaufende Verbindungsstraße, die von der Kreisstraße Koblenz – Knappenrode abzweigt, zu erreichen.

### ***Bereich E 1***

Der Bereich E 1 befindet sich am Südufer des Knappensees, westlich des Schwarzwasserzulaufes. Im Osten geht dieser Bereich in den zu sichernden Abschnitt D Ost über. Im Süden des Abschnittes verläuft ein asphaltierter Weg.

Die dem Ufer vorgelagerten unverdichteten Kippenmassen wurden im Abschnitt E 1 im Jahr 2010 mittels oberflächennaher Verdichtung seeseitig gesichert.

## **3.2 Technologische und historische Entwicklung des Bearbeitungsgebietes**

Eine ausführliche Übersicht zur Tagebautwicklung und eine Übersicht zu gegangenen Rutschungen im Bereich des Knappensees ist der Unterlage [5] zu entnehmen.

Der Aufschluss des ehemaligen Tagebaues Werminghoff I erfolgte im Jahre 1915 nördlich des heutigen Knappensees. Dabei wurden die Aufschlussmassen als Außenkippe nördlich des Bereiches U auf Gewachsenem verkippt. Der Kohleabbau entwickelte sich im Schwenkbetrieb von Ost nach West, später von Nord nach Süd. Während in den anfänglichen Betriebsperioden der Abraum mittels Absetzer verkippt wurde, erfolgte der Versturz der Abraummassen ab dem Jahre 1929 mittels Abraumförderbrücke (AFB-Kippe). Durch den Förderbrückenbetrieb wurden die Abraummassen strossenparallel zur Abraumgewinnung direkt als Innenkippe verstürzt. Die Verkipptechnologie der Abraumförderbrücke charakterisiert hauptsächlich im mittleren bis hin zum südlichen Teil des Sees die Morphologie der Kippenoberfläche, also im Speziellen die des Seebodens sowie der aus dem See herausragenden Inseln.

Mit Aufschluss des Tagebaues Werminghoff II wurden auch Abraummassen in den Tagebau Werminghoff I verbracht. So wird die Geländemorphologie im Osten des Knappensees in den Bereichen T, S und G durch eine auf die AFB-Kippe aufgelagerte Absetzerhochkippe charakterisiert.

An den Tagebaurandbereichen im Süden verblieben mit der Weiterentwicklung des Tagebaues in Richtung des heutigen Restloch F zwei Restlöcher, das Restloch A im Westen und das Restloch B im Osten.

Die Restlöcher wurden vor Flutung des Tagebaues mit Material des Tagebaues Werminghoff II durch Verspülen (Spülkippe) und Verstürzen (Hand-/Pflugkippe) verfüllt. An der Westböschung des Tagebaues verblieb zwischen AFB-Kippe und Einschnittböschung (Gewachsenem) ein technologisch bedingter ca. 50 m breiter Randschlauch. An die Anschnittböschung wurde ebenfalls Material des Tagebaues Werminghoff II in Form einer Handkippe angeschüttet. An der heutigen Ostböschung des Knappensees wurde die Brückenkippe des Tagebaues Werminghoff I mit einer Absetzerkippe überschüttet. Anhand der Kippenentwicklung und deren Verbreitung wird deutlich, dass nahezu an allen späteren Uferböschungen des Knappensees Kippenmaterialien abgelagert wurden.

Während der Betriebszeit traten immer wieder Rutschungen an den Kippen und Tagebauböschungen auf. Die größte Rutschung mit einem Volumen von ca. 4,5 Mio. m<sup>3</sup> wurde 1941 verzeichnet.

Der Knappensee entstand im Jahre 1945 durch eine unkontrollierte Flutung des westlichen Feldesteiles des ehemaligen Tagebaues Werminghoff I.

### **3.3 Geologische und hydrologische Situation**

Die früheren geologischen Verhältnisse des unverritzten Deckgebirges sind ausführlich in der Unterlage zur Untersuchung der Erforderlichkeit [5] beschrieben.

Im Wesentlichen bestand die ungestörte Schichtenfolge aus Talsanden, interglazialen Ablagerungen und grundmoränenartigen Bildungen. Örtlich waren tertiäre Bildungen eingelagert.

Das Liegende des abgebauten Kohleflözes wurde in Höhengniveaus von + 96,00 m NHN bis ca. + 101,00 m NHN angetroffen.

Neben den ursprünglichen geologischen Verhältnissen hat die Tagebau- und Versturztechnologie einen entscheidenden Einfluss auf die Kippenverhältnisse im Bearbeitungsgebiet. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass anhand von aufgenommenen Profilen aus dem Jahre 1938 der Kornanteil  $d < 0,2$  mm im Tagebau Werminghoff I 31,8 % und im Tagebau Werminghoff II 48,3 % betrug. Ein höherer Anteil feinkörnigen Materials im Tagebau II resultierte aus Toneinlagerungen im Tiefschnitt. Durch die Kombination von Hoch- und Tiefbagger erfolgte eine zwangsläufige Mischung der sandigen und tonigen Materialien. Für das Untersuchungsgebiet ist deshalb festzustellen, dass die aus dem Tagebau Werminghoff II stammenden Abraummassen (Hochkippe) einen durchschnittlich größeren Feinkornanteil besitzen als die Abraummassen aus dem Tagebau Werminghoff I (Brückenkippe, Außenkippe Maukendorf).

Im Zuge der Tagebauentwicklung und des Einsatzes unterschiedlicher Versturztechnologien sind am Knappensee Absetzer-, Brücken-, Spül-, Pflug- und Handkippen anzutreffen. Den Kenntnisstand über die Verteilung und Charakterisierung dieser Kippenarten zeigt die Unterlage [5] und deren Anlage 5.

Der Knappensee entstand im Jahre 1945 durch eine unkontrollierte Flutung des westlichen Feldesteiles des ehemaligen Tagebau Werminghoff I. Gespeist wird der See durch einen Zulaufgraben aus dem Schwarzwasser, den Koblenzer Graben und den MTS-Graben.

Der Wasserspiegel im Knappensee unterliegt Schwankungen jahreszeitlicher und wasserwirtschaftlicher Natur. Nach mehreren, durch Maßnahmen zur Minderung der Gefährdungen bedingten Schwankungen wurde im Jahr 1991 ein oberstes Betriebsstauziel von +125,50 m NHN festgelegt. Im Fall des Eintretens von Hochwasserperioden ist ein maximaler Höchststau von +126,0 m NHN ohne schädliche Auswirkungen auf die Standsicherheit der Uferböschungen und Dämme definiert.

Im Rahmen der Realisierung von Sofortmaßnahmen zur Verringerung des geotechnischen Risikos im Bereich des Knappensees ist im März 2011 eine Stauspiegelabsenkung auf den Minimalwasserstand von +124,20 m NHN realisiert worden.

Für die Durchführung der geplanten Sicherungsarbeiten ist es vorgesehen, den Wasserspiegel im Knappensee auf eine Höhe von mindestens +125,0 m NHN anzuheben.

Für die an den See angrenzenden Uferbereiche kann allgemein definiert werden, dass im Süden ein Grundwasseranstrom in Richtung See und im Norden ein Grundwasserabstrom zu verzeichnen ist. Im Zusammenhang mit der Flutung des Restlochs D/F ist insbesondere im Hinterland der südlichen Ostböschung noch mit einem Grundwasseranstieg und damit mit einer Anpassung der Strömungssituation zu rechnen. Das Grundwasser strömt in diesem Abschnitt allgemein aus südlicher bis südöstlicher Richtung zu und fließt in nördliche bis nordöstliche Richtung (Restloch D/F) ab. Lokal wird die Grundwasserströmungsrichtung durch den jeweiligen Wasserstand im Knappensee beeinflusst.

### **3.4 Gefahrensituation und Erforderlichkeit von Gefahrenabwehrmaßnahmen**

Eine aktuelle Betrachtung zur Erforderlichkeit von Gefahrenabwehrmaßnahmen erfolgte mit Erstellung der Unterlage [5].

Hinsichtlich der geotechnischen Verhältnisse herrscht ein umfänglicher Kenntnisstand darüber vor, dass in den Uferböschungen am Knappensee sowie in weiten Bereichen des Hinterlandes Kippenböden anstehen.

In den zahlreichen durchgeführten geotechnischen Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass das vorhandene sandige Kippenmaterial überwiegend locker bis bereichsweise sehr locker gelagert ist und weitere für eine Verflüssigungsgefährdung maßgebende Eigenschaften (z. B. Kornverteilung, Rundungsgrad usw.) aufweist. Entstehen im wassergesättigten Kippenbereich durch innere oder äußere Initiale verursachte Porenwasserüberdrücke, die zu einer Verflüssigung führen, so folgen bei ausreichender horizontaler Ausbreitungsfreiheit Setzungsfließrutschungen und bei fehlender Ausbreitungsmöglichkeit zum Teil großräumige Geländeeinbrüche.

Wird eine Setzungsfließrutschung ausgelöst, so verläuft der Rutschungsprozess lawinenartig und großräumig in Sekunden bis Minuten ab. Für Leib und Leben sowie Sachwerte bleibt keine Reaktions-, Rettungszeit sowie Zeit zur Ergreifung von Schutzmaßnahmen. Die Rutschungsereignisse selbst können über Schwallwellen weitere Rutschungen an gegenüberliegenden Ufern auslösen, so dass in Folge eines Ereignisses zusätzlich fast alle Uferbereiche des Knappensees bezüglich einer Sekundärrutschung akut gefährdet sind.

Angesichts mehrerer Schadensereignisse, die sich in den letzten Jahren insbesondere auch auf Innenkippenflächen der Lausitz ereignet haben, und der mit dem Knappensee vergleichbaren geotechnischen Situation ist das Risiko einer langfristigen Fortführung der Nutzung der Kippenflächen allein mit der bisherigen Handhabung der Einhaltung von Verhaltensanforderungen und Geboten ohne partielle Verbesserung als nicht vertretbar einzuschätzen. Unabhängig davon, ob durch die Einhaltung von Geboten und Verboten, deren Kontrolle und Durchsetzung sich als äußerst schwierig erwiesen haben, ein äußeres Initial zwar scheinbar überwiegend verhinderbar scheint (Extremereignisse sind nicht kalkulierbar), kann auf mögliche innere Initiale nicht oder nur sehr beschränkt (z. B. durch ein Absenken des Grundwasserspiegels) Einfluss genommen werden. Gleiches gilt für eine Verschlechterung der geotechnischen Situation infolge von Extremwetterereignissen (starke Niederschläge, Windeinfluss, etc.). Das von den lockeren Kippenböden ausgehende geotechnische Risiko bleibt ohne geotechnische Sicherungs- und Verbesserungsmaßnahmen latent bestehen.

Aus vielen Untersuchungen sowie Schadensereignissen ist bekannt, dass allein mit wachsender Liegezeit der Kippe keine Abnahme der Verflüssigungsgefährdung einhergeht. Vor allem unter Beachtung der Tatsache, dass sich mit wachsender Zeit die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Setzungsfließens am Knappensee, bei dem Personen, Sachgüter und Schutzgüter massiv zu Schaden kommen, erhöht, ist die Ergreifung von Maßnahmen zu deren Beseitigung dringend geboten.

Die Möglichkeiten zur Abwendung der bestehenden Gefahr und Sicherung der Uferböschungen sind in der Unterlage zur Prüfung der Geeignetheit [4] grundlegend untersucht worden. Im Ergebnis dieser Alternativprüfung wurden neue Vorzugsvarianten zur Durchführung der Gefahrenabwehr am Knappensee definiert.

Bei der Durchführung der Sicherungsarbeiten werden teilweise große Initiale eingetragen, so dass das Eintreten von Setzungsfließbrutschungen nicht auszuschließen ist. Auf Grundlage dieser Verhältnisse ist die Einrichtung eines Sperrbereiches ein fester Bestandteil der Umsetzung der Gefahrenabwehrmaßnahmen.

### **3.5 Sicherheitslinie und Sperrbereich**

#### **3.5.1 Ermittlung der Rückgriffweiten**

Die Ermittlungen der Rückgriffweiten erfolgt im Allgemeinen nach den in [15], Kapitel 6.1 aufgeführten Berechnungsformeln. Hierbei handelt es sich um empirisch ermittelte Funktionen, die aus der Auswertung von insgesamt 96 Setzungsfließbrutschungen des Lausitzers und Mitteldeutschen Braunkohlenreviers bestimmt wurden.

Die Auswertung der untersuchten Rutschungen wurde in Abhängigkeit von wesentlichen Einflussgrößen vorgenommen. Diese Einflussgrößen sind:

- Art und Intensität des Initials,
- Technologie der Verkippung (Lage der Strossenrichtung zur möglichen Fließrichtung; parallel (p) oder senkrecht (s)),
- Ausfließbedingungen der Kippe (unbehindert (u), behindert (b)).

Andere Einflussfaktoren wie beispielsweise aus der Korngrößenverteilung ableitbare Parameter sind als Einflussgrößen dieser empirischen Formeln statistisch nicht gesichert. Sie brachten keine Verbesserung im Prognoseergebnis.

Für die Abschätzung der Rückgriffweite werden in [15] zwei Varianten angegeben, wobei die Variante 2 speziell für Sande aus dem Speicherbecken Lohsa II entwickelt wurde.

Da das vorhandene Kippenmaterial am Knappensee (Abraum Werminghoff I und II) dem im Rahmen der Untersuchungen zu den Sanden aus dem Speicherbecken Lohsa II nicht vollständig entspricht, wird für die Ermittlung der Rückgriffweiten am Knappensee die Variante I als maßgebend erachtet.

Die Rückgriffweite  $x_r$  errechnet sich nach Variante I ([15]) wie folgt:

$$x_r = \delta_1 \cdot H_k \cdot \left[ a_1 \cdot e^{b_1 \left( \frac{H_{WK}}{H_K} - 1 \right)^2} - \frac{1}{2 \cdot \tan \beta} \right],$$

mit  $\beta$  Böschungswinkel,  
 $\delta_1$  Koeffizient beachtet Abweichungen von dem durch die Regression bestimmten Wert, insbesondere hinsichtlich der Stärke eines Initials,  
 $H_K$  Kippenhöhe,  
 $H_{WK}$  Kippenwasserstand,  
 $a_1, b_1$  Koeffizienten bzgl. Verkippungstechnologie und Ausfließbedingungen.

Wie anhand der aufgeführten Erläuterungen zu der Ableitung der Formeln zur Rückgriffweitenermittlung ersichtlich, stellen die erhaltenen Werte keine expliziten Ergebnisse dar. Bedingt durch die empirische Herleitung der Formeln sind die Ergebnisse mit gewissen Unsicherheiten behaftet und dürfen nicht als Absolutwerte angenommen werden. Aus diesem Grunde sind die ermittelten Rückgriffweiten durch die Sachverständigen für Geotechnik bzgl. der Vergleichbarkeit mit dem Bearbeitungsbereich weitergehend zu bewerten.

Für die Ermittlung der Rückgriffweiten am Knappensee wurde 2008 ein Initialfaktor von  $\delta_1 = 1,8$  (starkes Initial) definiert. Überwiegend sind die konkrete Verkippungstechnologie und vor allem die für das Rückgriffweitenmaß bestimmende Lage der Strossen in den Kippenbereichen am Knappensee nicht hinreichend genau bekannt. Deshalb sind aus den Rückgriffweitenberechnungen die Werte der ungünstigsten Modellvorstellung (parallele Lage der Strossen mit der möglichen Fließrichtung und ein unbehindertes Ausbreiten der Rutschungsmassen) angenommen.

Tabelle 1: Übersicht Rückgriffweiten

Untersuchungsbereich	Maßgebender Kippenhorizont	Berechnungsfall	Rückgriffweite
U	Absetzerkippe, Bereich mit gegangenen Rutschungen und Spülkippenhorizonten	unbehindert, parallel (p/u)	ca. 110 m ab Kippenböschung
T	Absetzerkippe, Bereich mit gegangenen Rutschungen und Spülkippenhorizonten	unbehindert, parallel (p/u)	ca. 160 m ab der Böschungsschulter der Hochkippenböschung
S	Abgespülter Bereich, mit eingelagerten Spülkippen und mit gegangenen Rutschungen	unbehindert, parallel (p/u)	ca. 100 m
G ohne Hochkippe	Absetzer-, AFB-Kippen, Pflugkippen	unbehindert, parallel (p/u)	ca. 170 m von der Böschungsschulter Uferböschung
G mit Hochkippe	Absetzer-, AFB-Kippen, Pflugkippen	unbehindert, senkrecht (s/u)	ca. 220 m von der Böschungsschulter der Hochkippe
D	oberflächennahe Pflugkippen	unbehindert, parallel (p/u)	ca. 160 m ... 590 m, Begrenzung durch obere Abraumgrenze

Wie bereits erläutert, ist für die in Tabelle 1 nach [15] ermittelten Rückgriffweiten zu berücksichtigen, dass aufgrund der empirischen Entwicklung diese Abschätzung mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet sein kann. Für die Festlegung des Gefährdungsbereiches am Knappensee sind diese Werte durch den Sachverständigen für Geotechnik auf Plausibilität zu prüfen und für die Definition der Sicherheitslinie mit dem Auftraggeber sowie zuständigen Aufsichtsbehörden abzustimmen. Seitens der Bearbeitung von Gefahrenabwehrmaßnahmen erfolgte mit der Weiterführung der Planung (EP, GP, AP) die Prüfung der Werte durch die Sachverständigen auf Aktualität.

### 3.5.2 Definition Sicherheitslinie

Die Sicherheitslinie umgrenzt die Flächen, auf denen unmittelbare Auswirkungen aus den Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen und / oder aus der Speicherbewirtschaftung nicht ausgeschlossen werden können (Gefährdungsbereich), so dass gegebenenfalls Maßnahmen zur Sicherung gegen Gefahren getroffen werden können bzw. müssen. Der Verlauf der Sicherheitslinie wird in erster Linie entsprechend den geotechnischen und hydrologischen Erfordernissen festgelegt.

Die Anwendung der Sicherheitslinie hat zu unterscheiden:

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| a) den Interessen der Öffentlichkeit                         | - außerhalb des Sperrbereiches, |
| b) den Anforderungen für Sicherungs- bzw. Sanierungsarbeiten | - innerhalb des Sperrbereiches. |

#### *Anwendung und Bedeutung bzgl. der Öffentlichkeit*

Der Aufenthalt von Personen und das Abstellen und Betreiben von Geräten innerhalb der Sicherheitslinie sind nur unter Einhaltung von Verhaltensanforderungen gestattet. Auf die bestehenden Gefährdungen und Verhaltensanforderungen wird durch geeignete Maßnahmen hingewiesen (Unterrichtung der Flächeneigentümer, Erteilung von Auflagen, Beschilderungen usw.). Gegebenenfalls werden zusätzliche Maßnahmen zur Erhöhung des Sicherheitsniveaus ergriffen.

#### *Anwendung und Bedeutung bzgl. der Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen*

Je nach Gefährdung und Einwirkungen aus den Sicherungsarbeiten werden Teilbereiche der von der Sicherheitslinie umschlossenen Flächen in einen Sperrbereich überführt.

### 3.5.3 Definition Sperrbereich

Die Sperrbereichslinie darf in Richtung Gefahrezunahme nur durch unmittelbar an den Sicherungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen beteiligte Personen, Geräte und nur für die Dauer der auszuführenden Arbeiten überschritten werden. Dabei ist das Betreten bzw. Befahren des Sperrbereiches nur unter Einhaltung von verschärften Verhaltensanforderungen zulässig. Das Personal und berechtigte Personen sind zu Beginn der Sicherungsmaßnahmen (und gegebenenfalls wiederholt) entsprechend aktenkundig zu belehren. Im Falle von Rutschungen, Havarien, Störungen und Ereignissen, die Personal und Technik gefährden können, sind Personal und gegebenenfalls Technik schnellstmöglich aus dem akuten Gefährdungsbereich zurückzuziehen. Gleiches gilt für größere Arbeitspausen sowie für Reparatur und Wartungsarbeiten.

Die Sicherheitslinie für die Böschungsbereiche des Knappensees wurde in der Vorplanung [9] festgelegt und ist im Lageplan Anlage 1.3 dargestellt.

Die dynamische Anregung durch das Verdichten mittels Tiefenrüttler kann im Vorland der Tiefenverdichtung zu großräumigen Bodenverflüssigungen mit anschließender Setzungsfließbrutschung führen.

Die durch die Deformation und der damit verbundenen Primärrutschung erzeugten Schwallwellen und hydraulischen Überdrücke im Untergrund können an benachbarten und gegenüberliegenden Kippenböschungen (Uferabschnitte S, T, U, C und A) Sekundärrutschungen auslösen.

Entsprechend der vorhandenen Gefährdung werden Teilflächen der von der Sicherheitslinie umfassten Flächen in einen Sperrbereich überführt.

Die Sperrbereichsgrenze gilt als eine öffentlichkeitswirksame Absperrung und umschließt den Sperrbereich. Für alle nicht an den Sicherungsarbeiten beteiligten bzw. nicht speziell belehrten Personen (Unbefugte) ist ein Aufenthalt innerhalb des Sperrbereiches untersagt. Dies gilt sinngemäß auch für das Abstellen und Betreiben von Fahrzeugen und Geräten. Der Verlauf der Sperrbereichsgrenze wird in erster Linie unter geotechnischen Gesichtspunkten der Auswirkung von akuten Gefährdungen festgelegt. Der Sperrbereich darf, außer von berechtigtem und belehrttem Personal, nicht von Dritten (Unbefugten) betreten oder befahren werden. Das Betreten bzw. Befahren des Sperrbereiches durch autorisiertes Personal ist nur unter Einhaltung von Verhaltensanforderungen gestattet. Zutrittsberechtigte sind über bestehende Risiken und Gefährdungen, den Verlauf und die Bedeutung der Sperrbereichsgrenze sowie den Verlauf der Sperr- und Sicherheitslinien aktenkundig zu belehren.

Folgende Rahmenbedingungen und Maßnahmen sind bei der Einrichtung der Sperrbereiche zu beachten (aus [6]):

- Bis zum Abschluss der Tiefenverdichtungs- und Erdbauarbeiten ist das innerhalb des Sperrbereiches befindliche Kippengebiet als gefährdetes Gebiet zu betrachten.
- Im Sperrbereich befindliche Personen, Tiere, baulichen Anlagen und Wertgegenstände sind durch Setzungsfließbrutschungen gefährdet. Für alle ortsfesten baulichen Anlagen sind Wertgutachten zu erstellen.
- Alle Sachgüter, Wertgegenstände, bewegliche baulichen Anlagen etc. sind für den Zeitraum der Sanierungsarbeiten aus dem geotechnischen Sperrbereich zu entfernen. Gleiches gilt für potenziell umwelt- bzw. wassergefährdende Stoffe.
- Die Sperrbereichsgrenze ist im Gelände durch Verbotsschilder eindeutig zu kennzeichnen.
- Unter Beachtung der Übersichtlichkeit des Geländes und der Erkennbarkeit müssen die Verbotsschilder in ausreichendem Abstand aufgestellt sein. Der Abstand muss  $\leq 50$  m bzw. so groß sein, dass das jeweils benachbarte Schild noch erkennbar ist. An jedem erkennbaren Zugang muss mindestens ein Verbotsschild vorhanden sein.
- Zufahrtswege und -straßen sind zusätzlich durch Barrieren (z. B. Zäune, Schranken und Verwallungen) abzusperren.
- Während der Arbeiten ist zu verhindern, dass sich nicht unmittelbar an der Sicherung beteiligte Personen restlochseitig des ausgewiesenen Sperrbereiches aufhalten.
- Eigentümer, Pächter und Nutzer im Sperrbereich befindlicher Flächen sind zu informieren.
- Während der Verdichtungsarbeiten (RDV) dürfen die im Sperrbereich befindlichen Gebäude nicht durch Personen genutzt oder betreten werden. Als Wohnsitz genutzte Häuser sind für den Zeitraum der Rüttel- und Erdbauarbeiten freizuziehen.



- Im Sperrbereich vorhandene Versorgungs- und Medienleitungen sind während der Maßnahmen zur Gefahrenabwehr zu sichern und/oder vor Beginn der Maßnahme zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit entsprechend den Planungen zur Medienversorgung zu verlegen.
- Ein Weiterbetrieb/Sicherung der Medien mit Monitoring wird im Rahmen der weiteren Planung untersucht.
- Schäden an der innerhalb des Sperrbereiches befindlichen Bebauung, z. B. infolge von Rutschungen, sind durch eine angepasste Rüttlerfahrweise (im Ergebnis des RDV-Tests festzulegende Sicherheitsfahrweise) zu vermeiden.
- Nach Beendigung der Sicherungsarbeiten (dynamische Kippenstabilisierung, Massenauftrags- und -abtragsarbeiten) ist die Nutzung der innerhalb des Sperrbereiches liegenden Gebäude, baulichen Anlagen und Flächen wieder möglich.

## **4 Nutzungsmöglichkeit des Abschnittes E 1 während der Sperrphase**

### **4.1 Geotechnische Verhältnisse und Gefahrensituation**

Als Bereich E sind diejenigen Abschnitte der Südböschung gekennzeichnet, an denen die Uferlinie im gewachsenen Lockergestein liegt. Der Böschung im Gewachsenen sind eingespülte Kippenböden vorge-lagert.

Die dem Ufer vorgelagerten unverdichteten Kippenmassen wurden in den Abschnitten E 1 und E 2 im Jahr 2010 mittels seeseitiger oberflächennaher Verdichtung (Leichte Rüttelverdichtung - LRV) gesichert. Weiterhin erfolgte im Abschnitt E die Errichtung einer Einsetzstelle für auf dem See arbeitende Gerätetechnik, im Speziellen für zukünftige seeseitige Sanierungstechnik.

Die Zielstellung der im Jahre 2010 durchgeführten Sicherung bestand in der Herstellung der Trittsicherheit der dem Ufer vorgelagerten Kippenbereiche in Bereichen, in denen die Wassertiefe bzgl. des tiefsten Seewasserspiegels  $Z_A$  (+124,2 m NHN) weniger als 2 m beträgt. Damit waren zur Verdichtung mittels LRV die ufernahen gekippten Bereiche vorgesehen, deren Seesohle oberhalb des Niveaus +122,2 m NHN liegt.

Hinsichtlich der Begrenzung wurde die LRV vom Niveau +117,0 m NHN (seeseitige Begrenzung, Unterkante LRV) bis an die Grenze Kippe/Gewachsenes und von dort auf der gewachsenen Böschungsoberfläche bis zur Böschungsschulter durchgeführt (landseitige Begrenzung). Die realisierte LRV-Fläche ist in Anlage 3.1 dargestellt.

Durch die vorgenommene Verdichtung konnten die locker bis sehr locker gelagerten Kippensande in eine lockere bis mitteldichte Lagerung überführt werden. Die Trittsicherheit auf der Seesohle ist nach Durchführung der Verdichtung im Bereich E 1 oberhalb des Niveaus +117 m NHN am Südufer des Knappensees gegeben.

In gewachsenen Uferbereichen, die durch den vorhandenen nicht dichten Bewuchs hydrodynamisch nicht ausreichend gesichert sind, wurde das hydromechanisch erforderliche Wellenausgleichsprofil hergestellt. Die Profilierung erfolgte im Höhenbereich +125,0 m NHN ... +126,1 m NHN mit der Ausgleichsneigung 1 : 14.

Aus geotechnischer Sicht sind im Bereich E keine Verflüssigungserscheinungen (Setzungsfließbrutschungen, Grundbrüche infolge Verflüssigung) zu befürchten. Gegenüber Rutschungen ist Bereich E als gesichert zu betrachten.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass für diesen Bereich keine Gefahren bestehen. Im Zusammenhang mit den Sanierungsarbeiten können Setzungsfließbrutschungen in anderen Uferbereichen des Knappensees nicht ausgeschlossen werden. Bedingt durch derartige Ereignisse können sogenannte Schwallwellen auftreten und im Uferbereich E 1 auflaufen.

Da sich bei Setzungsfließbrutschungen die Massen mit bis zu mehreren Metern pro Sekunde im Restloch in Richtung zum gegenüberliegenden Ufer hin bewegen, erfolgt eine intensive Verdrängung von Wassermassen, die zu einer energiereichen Schwallwellenbildung führt. Besonders beim Auflaufen der Welle am Gegenufer ändern sich drastisch Wellenhöhe und Wellencharakter [16].

Anhand der in [16] dargelegten Berechnungsformeln zur Abschätzung der Schwallwellenbildung können je nach Rutschungsort und Ausbildung Wellenhöhen mit 0,12 m bis 1,13 m sowie Auflaufhöhen am Strandbereich in E 1 bis zu 3,60 m prognostiziert werden (siehe Anlage 3.3). Hieraus ergeben sich entsprechende Gefährdungen für am Ufer bzw. in der Flachwasserzone befindliche Personen.

Folglich ergeben sich für Badegäste, die den Bereich E während der Sanierung zum Baden nutzen würden, entsprechende Gefahren.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Wasserfläche des Knappensees während der ersten Sanierungsphasen intensiv von seeseitiger Technik (Schuten, Boote, Pontons usw.) genutzt bzw. mit dieser befahren wird.

## **4.2 Bautechnische Möglichkeiten zur Abwendung des Auflaufens von Schwallwellen**

Wie bereits in Kapitel 4.1 aufgeführt, besteht eine der Hauptgefährdungen der Nutzung des Bereiches E 1 im Auftreffen einer setzungsfließbedingten Schwallwelle.

In diesem Zusammenhang sind die technologischen Möglichkeiten zur Reduzierung dieser Gefahr zu betrachten. Die Sicherung kann durch ein- oder aufgebrachte Elemente im Uferbereich erreicht werden, die die Bewegungsenergie der auftreffenden Welle abmindern und umwandeln. Bei der Lageanordnung dieser Elemente ist zu berücksichtigen, dass diese im Sicherungsbereich der bereits hergestellten LRV-Fläche liegen müssen.

Aufgrund der begrenzten nutzbaren Gründungsfläche im Bereich des LRV-Körpers scheidet alle aufgebrachten Bauteile aus Beton, Steinen usw. aus. Steinschüttdämme würden durch ihre erforderliche Aufstandsfläche die noch nutzbare Wasserfläche sehr verringern, so dass letztendlich kaum nutzbarer Badestrand verbleiben würde.

Dagegen erscheinen in den Boden eingebrachte Pfahlssysteme zielführender. Im Wasserbau werden üblicherweise Holzpfähle als Buhnen eingesetzt.

Eine Dimensionierung erforderlicher Buhnenelemente ist in Anlage 3.4 aufgeführt.

Für den Einsatz von Buhnen lassen sich folgende Vorteile für die Ausführung ableiten:

- Energieumwandlung / -abbau der Schwallwelle,
- geringer Platzbedarf.

Es ist nicht auszuschließen, dass die Buhnen beim Auftreffen einer Schwallwelle brechen oder derart verformt/verschoben werden, dass gegebenenfalls eine Erneuerung bzw. Neuverankerung erforderlich werden könnte.

Für eine spezielle Sicherung gegenüber einer Schwallwellengefahr im Bereich E 1 mittels Buhnen ergeben sich folgende Nachteile:

- hohe technologische Anforderung an den seeseitigen Einbau der Buhnen (Arbeitspontons, Boote),
- beim Einbau werden teilweise hohe Initiale in die vorgelagerten Kippen des Bereiches E 1 in Form von Rammarbeiten eingebracht; Verflüssigungsvorgänge außerhalb des LRV-Körpers können nicht ausgeschlossen werden,
- Reduzierung des nutzbaren Strandes auf eine Streifenbreite von 10 m bis 18 m,
- für Einbringung der Buhnen ist seeseitige Technik erforderlich → hoher Kostenfaktor,
- Frage des Rückbaues der Elemente nach Beendigung der Sanierungsarbeiten,
- Beschädigungen der Buhnen infolge des Auftreffens einer Schwallwelle ist nicht auszuschließen.

### 4.3 Bewertung der Nutzungsmöglichkeit

Der Uferbereich im Abschnitt E ist von der Uferlinie bis zu einer Höhenkote von +122,2 m NHN mittels LRV gesichert. Entsprechend besteht in diesem Uferabschnitt eine ausreichende Trittsicherheit in der Flachwasserzone. Setzungsfließrutschungen an der gewachsenen Böschung bzw. Verflüssigungerscheinungen sind nicht mehr möglich.

Während der Durchführung der Sicherungsarbeiten können jedoch andere Gefährdungen auftreten. In erster Linie ist durch auftreffende Schwallwellen (die durch Setzungsfließrutschungen in anderen Uferbereichen ausgelöst werden können) eine Gefährdung für Personen (Badegäste), die sich im Ufer- bzw. Flachwasserbereich im Abschnitt E befinden, gegeben.

Eine geeignete Sicherung gegen die auftretenden Schwallwellen können Buhnen darstellen. Jedoch sind die Herstellungskosten nicht unter 400.000 € ohne Rückbau zu beziffern. Weiterhin wandeln diese Elemente nur einen Teil der Wellenenergie um bzw. ändern den Wellencharakter der Schwallwelle nur partiell. Entsprechend große Wellen können auch die Elemente überströmen. Trotz der Abminderung der Wellenenergie können diese Verhältnisse für sehr junge oder kleine Badegäste mit geringer Körpergröße gefährlich sein.

Darüber hinaus gewährleisten die Buhnen selbst noch keinen ausreichenden Schutz gegen Übersteigen bzw. Überklettern dieser Elemente. Für eine wirksame Absperrung wäre zusätzlich das Anbringen von entsprechenden Bauelementen (z. B. Zaunsfelder) auf den Buhnen erforderlich, die wirksam ein Eindringen von Personen in den Sperrbereich verhindern.

Einhergehend mit der Durchführung der Sicherungsmaßnahmen muss während dieser Arbeiten mit einer Veränderung der Wasserqualität gerechnet werden. Dies kann eine Beeinträchtigung der Badeverhältnisse bedeuten. So sind aufgrund der Bagger- und Verdichtungsarbeiten Trübungen des Wassers nicht auszuschließen. Der See vor dem Badebereich wird während der ersten Sanierungsphasen der „Gefahrenabwehr Knappensee“ intensiv als Fahrweg der Seetechnik genutzt werden. Aufgrund des intensiven seeseitigen Fahrverkehrs ist aus Sicherheitsgründen und zur Gewährleistung eines reibungslosen Bauablaufes sicher ein Bewegen (durch Schwimmen, etc.) von Dritten in diesen Trassenbereich zu unterbinden. Zusätzlich kann der „Ruhefaktor“ See als Naherholungseffekt stark verändert auf die Öffentlichkeit wirken und den Freizeitwert entsprechend einschränken.

Weiterhin ergibt sich für die Sicherungselemente ein entsprechender Überwachungsaufwand bezüglich der Funktionalität der Wellenbrechung sowie Absperrung.

Grundsätzlich könnte aufgrund der bereits erfolgten Sicherung gegenüber einer Rutschungsgefahr der Bereich E 1 durch ein Einziehen der Sperrbereichsgrenze auf die Wasserfläche genutzt werden. Um die aus einer möglichen Schwallwelle resultierenden Gefährdungen zu reduzieren, sind jedoch zusätzliche Aufwendungen an Sicherungs- und Unterhaltungsmaßnahmen (Schwallwellenaufaufsicherung) notwendig. Die nach der Errichtung von Buhnen für eine mögliche Nutzung zur Verfügung stehende Fläche ist auf eine Uferstreifenbreite von ca. 18 m begrenzt. Auch nach erfolgter Sicherung gegen Schwallwellen ist der Strandbereich nicht gefahrungsfrei, da der Betrag der Energieumwandlung durch die Buhnen, aber auch die konkret stattfindenden hydrodynamischen Prozesse nicht umfänglich erfassbar sind. Es wird aus wirtschaftlichen aber auch sicherheitstechnischen Bedenken von einer Badenutzung des Bereiches abgeraten.

## 5 Minimierung von Betroffenheiten in der Knappenseesiedlung

### 5.1 Geotechnische Verhältnisse und Gefahrensituation

Der Siedlung Knappenhütte sind als Sicherungsbereiche die Uferabschnitte T und S Nord vorgelagert.

In diesen Bereichen zeigen die Böschungen oberhalb des Wasserspiegels eine deutliche Gliederung. Die Böschungsverhältnisse der Kippen können im Betrachtungsgebiet wie folgt beschrieben werden:

Bereich T:

Die Kippenverhältnisse im Uferbereich des Abschnittes T werden an der nördlichen und südlichen Grenze durch Spülkippen charakterisiert, die die Massen der Rutschungen aus den Jahren 1930 und 1937 überlagern. Die Rutschungsmassen sind überwiegend locker gelagert, wobei die in der Spülkippe abgelagerten Kippenböden auch mitteldichte Lagerungen erreichen. Zwischen beiden Rutschungsbereichen überlagern die Spülkippen eine Absetzerkippe mit geringer Lagerungsdichte. Ab der Uferlinie steigt das Gelände mit einer geringen Neigung (ca. 1 : 15 ... 1 : 20) auf ein Niveau von +128,0 m NHN ... +131,0 m NHN an. An diese Uferfläche schließt sich eine steilere Böschung bis zur Berme, auf der sich die Wohnwagen- und Bungalowsiedlung befindet, an. Die Neigungen dieser Böschung betragen 1 : 1,5 ... 1 : 1,8 (33,7° ... 29,0°) und spiegeln damit etwa den Winkel der inneren Reibung wider. Die Böschungen befinden sich somit bezüglich der Standsicherheit nahe dem erdstatischen Grenzzustand. Nur Bewuchs und Umlagerungsprozesse sorgen für eine gewisse Standsicherheitsreserve. Diese Kippe kann in die Kategorie Pflug- oder Handkippe eingeordnet werden.

Oberhalb der Berme schließt sich wiederum die Böschung der Hochkippe an, die mit Böschungsneigungen von bis zu 1 : 1 (45°) ein Plateauniveau an der Schulter der Gesamtböschung von ca. +145,0 m NHN (Niveau Siedlung Knappenhütte) erreicht. Diese Böschungsbereiche befinden sich bezüglich der Standsicherheit ebenfalls nahe dem Grenzgleichgewicht. Das in der Hochkippe abgelagerte Kippenmaterial stammt aus dem Tagebau Werminghoff II.

Bereich S Nord:

Der nördliche Teilabschnitt des Uferbereiches S zeichnet sich durch eine ähnliche Kippengeneese wie im Nachbarbereich T aus. Die Kippe baut sich aus einer Pflugkippe mit einer überlagernden Absetzerkippe auf. Im Gegensatz zum Bereich T ist im Uferabschnitt S keine Spülkippe vorgelagert. Im südlichen Teil des Uferabschnittes wurde bis 1940 ebenfalls eine Pflugkippe betrieben. Über die Pflugkippe wurde eine Absetzerkippe geschüttet. Die Massen, die mit dem Absetzer abgelagert wurden, stammen aus dem Tagebau Werminghoff II.

Die Gesamtkippenmächtigkeiten (OK Hochkippe bis Liegendes) im Bereich der Siedlung Knappenhütte betragen ca. 45 m.

Die Körnungslinien der vorhandenen Kippenböden liegen fast vollständig im als verflüssigungsgefährdet einzustufenden Kornspektrum. Der Feinkornanteil ( $d \leq 0,063$  mm) beträgt in der Regel  $\leq 30$  %. Die abgelagerten Kippensande weisen eine gute Rundung auf, die als weiterer begünstigender Faktor für eine Verflüssigung anzusehen ist. Die Lagerungsdichten der Kippen sind als locker bis sehr locker einzustufen. Partiiell sind im Bereich der Spülkippen auch höhere Lagerungsdichten anzutreffen. Flächendeckend können jedoch keine Verhältnisse nachgewiesen werden, die ein Versagen infolge Verflüssigung ausschließen.

Aufgrund der vorhandenen geotechnischen sowie geometrischen Verhältnisse in den Uferbereichen T und S sind somit die angrenzenden restlochseitigen Flächen der Siedlung Knappenhütte mit hohem Schadenspotenzial als setzungsfließgefährdet einzustufen. Die abgeschätzten Rückgriffweiten eines Setzungsfließereignisses belaufen sich zwischen 100 m und 160 m ab der maßgeblichen Böschungsoberkante (Niveau +136,0 m NHN).

Die größte im Jahr 1941 im Tagebau Werminghoff gegangene Rutschung mit einem Volumen von 4,5 Mio. m<sup>3</sup> reicht mit dem Rückgriff bis in den Betrachtungsbereich S und unterstreicht damit das Rutschungs- und Gefährdungspotenzial des Untersuchungsgebietes.

Eine Bodenverflüssigung auslösende Initiale können im Bereich S und T in vielfältiger Weise auftreten.

In der Unterlage zur Untersuchung der Erforderlichkeit [5] wurden u.a. folgende mögliche Initiale aufgeführt:

- Sackungen durch Grundwasserspiegeländerungen,
- Wasserspiegelschwankungen (GW - Strömungspotenzial),
- Naturereignisse,
- Fahrverkehr, Bautätigkeit,
- Windwellenerosion, Primärböschungsbruch.

Entsteht durch einen Eintrag eines dieser Initiale (oder aber auch durch Kombination mehrerer Initiale) eine Verflüssigung, so kann im Bereich T und S Nord eine Setzungsfließrutschung mit einem kettenreaktionsartigen Charakter ausgelöst werden. Für betroffene Bereiche und sich darin befindliche Personen einschließlich ihrer Sachwerte ist keine Reaktions- und Rettungszeit vorhanden.

Aus diesem Grunde ist wie in [5] bereits ausreichend dargelegt, die Ausführung von Gefahrenabwehrmaßnahmen unabdingbar.

Als Vorzugsvariante für die Bereiche S Nord und T wurde mit [3] die seeseitige Erstellung eines Versteckten Dammes mittels Rütteldruckverdichtung (RDV-Stützkörper) definiert.

Die dynamische Anregung durch das Verdichten mittels Tiefenrüttler kann als Initial wirken und im Vorland der Tiefenverdichtung zu großräumigen Bodenverflüssigungen mit anschließender Setzungsfließrutschung führen.

## 5.2 Betretungsmöglichkeiten während der Sperrphase

### 5.2.1 Grundsätzliches

Die Betrachtung der Betretungsmöglichkeiten (Art und Weise) der Sperrbereiche ist ein wichtiger Punkt bei der Frage der Akzeptanz und Schadensminderung der geplanten Gefahrenabwehrmaßnahmen und privatrechtlichen Einigungen im Vorfeld der Arbeiten.

Die grundlegenden Anforderungen an den Sperrbereich sowie dessen Ausbildung wurden beginnend mit der Vorplanung im Jahr 2008 und weiter laufend über die nachfolgenden abschnittsbezogenen Planungen, auf Aktualität geprüft und gegebenenfalls präzisiert. Diese aktuell gültigen Randbedingungen sind im Kapitel 3.5.3 dargelegt. Für die Sachverständigen für Geotechnik unterliegen die Vorgaben einem ständigen Abwägungsprozess zwischen

- der Gefährdung der öffentlichen Sicherheit,
- den Betroffenheiten der Öffentlichkeit,
- Technologien der Sicherungsarbeiten zur Gefahrenabwehr,
- der Praktikabilität der Umsetzung von Verhaltensvorgaben.

Die Sicherheit der Öffentlichkeit sowie auch der für die Sicherungsarbeiten eingesetzten Arbeitnehmer hat für die Bearbeitung der Thematik oberste Priorität. Gleiches gilt für die Betrachtung der Möglichkeit einer Betretung der Sperrbereiche am Knappensee durch Dritte.

Zu einer über die Planungsunterlagen hinausreichenden gesonderten Betrachtung und Stellungnahme zum Sachverhalt wurden die am Knappensee zuständigen Sachverständigen für Geotechnik bereits im August 2012 aufgefordert. Wie bereits in dieser Stellungnahme [10] dargestellt, können die folgend aufgeführten grundlegenden Sachverhalte für die Betrachtung einer Betretung der Sperrbereiche während der Sanierungsdurchführung abgeleitet werden.

Mit Beginn der Sicherungsarbeiten werden zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit Sperrbereiche und Sperrbereichsgrenzen eingerichtet, da infolge der dynamischen Anregung durch das Verdichten mittels Tiefenrüttler im Vorfeld der Verdichtungsarbeiten großräumige Bodenverflüssigungen mit anschließenden Setzungsfließbrutungen auftreten können.

Aufgrund der Vielzahl von Ereignissen im Bereich von Innenkippen erfolgte durch die LMBV 2010 eine umfangreiche Einrichtung von Sperrbereichen auf diesen Flächen. Die erweiterten Sperrbereiche wurden 2011 einer geotechnischen Bewertung unterzogen. Um diese gleiche Verfahrensweise (sofortige Sperrung bzw. Einrichtung eines Sperrbereiches) im Bereich der Kippenflächen am Knappensee und die damit verbundenen Folgen für die Bewohner und Nutzer dieser Kippenbereiche zu vermeiden, wurden durch die Sachverständigen der ARGE Werminghoff gemeinsam mit der LMBV und dem Sächsischen Oberbergamt Sofortmaßnahmen zur Verringerung der bestehenden Gefahr ausgearbeitet. Dabei handelte es sich um Maßnahmen, die kurzfristig umsetzbar waren.

Zur Minderung der Setzungsfließgefahr und Reduzierung des von den unverdichteten Kippenböden ausgehenden geotechnischen Restrisikos wurden folgende Sofortmaßnahmen am Knappensee festgelegt und umgesetzt:

- Absenken des Seewasserspiegels im Knappensee auf Minimalstau (+124,2 m NHN),
- Geschwindigkeitsbeschränkung für die Straße K 9207 / K 6407,
- Einrichtung eines Porenwasserdrucküberwachungs- und Alarmsystems an der Straße K 9207 / K 6407,
- Präzisierung der Verhaltensanforderungen.

Für die Durchführung und den Beginn der Sicherungsarbeiten wird im Speicher Knappensee ein Wasserspiegel von +125,0 m NHN bis +125,5 m NHN angefahren. Die mit der Sofortmaßnahme „Absenkung des Wasserspiegels am Knappensee auf das Absenkziel ( $Z_A = +124,2$  m NHN)“ begrenzt wirkende Minderung der Gefahrensituation wird ab dem Zeitpunkt der Wasserspiegelerhöhung im Knappensee unwirksam.

## 5.2.2 Sperrbereich vor und während der Tiefenverdichtung (RDV)

Mit Beginn der Bauarbeiten zur seeseitigen Baggerung im Vorfeld der RDV-Trasse erfolgt ein Eingriff in die bisher vorhandene geotechnische Gleichgewichtssituation der Uferböschung. Einhergehend damit ergibt sich mit Beginn der Baggerarbeiten eine Erhöhung des geotechnischen Risikos für den Uferbereich, wo diese Eingriffe erfolgen. Somit begründet sich die Einrichtung des Sperrbereiches nicht ausschließlich durch die Tiefenverdichtungsarbeiten (RDV), sondern bereits durch die im Vorfeld notwendige Stauspiegelanhebung und Baggerarbeiten.

In der aktuellen Bauablaufplanung ist festgelegt, dass die Verdichtungsarbeiten (RDV und LRV) in einer 6-Tage-Woche im Zweischichtbetrieb ausgeführt werden. Die Rütteldruckverdichtung wird dabei in einer Sicherheitsfahrweise realisiert, die zwar das Risiko des Auslösens von Setzungsfließbrutschungen mindert, jedoch trotzdem ein hohes Initial einträgt und aus diesem Grunde Verflüssigungsereignisse nicht ausgeschlossen werden können.

Die Rüttelpausen (Nacht- und Sonntagspause) bzw. Arbeitspausen am RDV-Damm gewährleisten dabei keine definierte Sicherheit innerhalb der Sperrbereiche. So können die eingebrachten Initiale auch zeitverzögert wirken oder Sackungen zu einem späteren Zeitpunkt als Auslöser für eine Verflüssigung wirken. Aus diesem Grunde wurde in [10] definiert, dass die Anforderungen an einen Sperrbereich so lange, wie der Versteckte Damm als abgeschlossenes System noch nicht wirksam ist, gelten.

Aus diesen aufgeführten Gründen wurde in [10] der Öffentlichkeit der Zutritt in den Sperrbereich bis zu dessen Freigabe nach Abschluss der Verdichtungsarbeiten im Sicherheitsabschnitt nicht gewährt.

Mit der Fortführung der Verhandlung mit den durch die Sperrmaßnahmen Betroffenen wurde die Frage der Betretung der Sperrbereiche, im Speziellen der Siedlung Knappenhütte, erneut an die zuständigen Sachverständigen für Geotechnik herangetragen. Zur Erörterung der Fragestellung fand am 26.09.2013 eine Beratung zwischen SächsOBA, LMBV, ARGE Werminghoff und GUP statt.

Im Ergebnis der Beratung wurde festgelegt, dass die Voraussetzungen für ein Betreten der Sperrbereiche von Dritten zu prüfen sind.

Um die Betroffenheit Dritter zu verringern, besteht die Möglichkeit, die bislang festgesetzten Restriktionen nach einer gewissen Anlaufphase der Verdichtungsarbeiten einer erneuten Prüfung zu unterziehen. Diese Vorgehensweise ist erprobte Ingenieurpraxis und gibt den in der Anlaufphase gewonnenen Erkenntnissen zur Reaktion des Kippengebirges den Sachverständigen die notwendige Sicherheit, um Eingriffe in das Sperrregime vorzunehmen. Aus den im Rahmen des Testbetriebes gewonnenen Erkenntnissen und daraus gezogenen Rückschlüssen können sich neben Anpassungen der Technologie auch Änderungen in den Vorgaben und Restriktionen (u. a. Betretungserlaubnisse zu definierten Zeiten) ergeben. Jedoch besteht auch die Möglichkeit, dass in Auswertung der Ergebnisse der Anlaufphase Einschränkungen bestehen bleiben oder gar zu verschärfen sind.

Zunächst muss in Ermangelung von realen Testergebnissen und unter Berücksichtigung des Gefährdungspotenzials davon ausgegangen werden, dass die aufgestellten Anforderungen an den Sperrbereich und dessen Betretung für den Beginn der Arbeiten gültig sind und nach einer Anlaufphase („Test“) einer Prüfung unterzogen werden.



Generell ist festzuhalten, dass ein Betreten der Sperrbereiche während der Ausführung der Rüttelarbeiten auch in den rüttelfreien Pausen zwischen den einzelnen Ansatzpunkten und in der Nachtpause nicht möglich ist. Nach derzeitigem Kenntnisstand kann ein Betreten durch autorisiertes Personal erst 24 h nach dem letzten Initialeintrag (Rüttelarbeiten) erfolgen, da dann erfahrungsgemäß die Porenwasserüberdrücke im Nahbereich des Versteckten Dammes in einer Größenordnung abgebaut sind, dass diese selbst kein Setzungsfließen mehr auslösen können. Jedoch bestehen weitergehende Gefahren, die sich aus dem Eingriff der Arbeiten in das bestehende Kippensystem begründen und dieses entsprechend stören, ohne dass deren Größe verifiziert werden kann. Daneben sind innere Initiale möglich, die zusätzlich Verflüssigungsprozesse auslösen können.

In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, dass der Bereich der Hochkippe (T und S Nord) mit der Siedlung Knappenhütte einen sehr sensiblen und geotechnisch kritischen Bereich innerhalb des Kippensystems an der Ostböschung darstellt. Aufgrund der topographischen Verhältnisse im Hinblick auf eine Risikobetrachtung können mögliche Rutschungen die größten Schadensausmaße am Knappensee annehmen. Dies bedeutet, dass mögliche Rutschungen bei Schadenseintritt im Vergleich zu den anderen Uferbereichen die größten Breiten und Rückgriffweiten aufweisen werden. Eine vergleichbare geotechnisch kritische Situation ist am Knappensee lediglich im Bereich G vorhanden.

Bis zur Fertigstellung des RDV-Dammes (d. h. der Beendigung der RDV-Arbeiten) wird aus jetziger Sicht empfohlen, in den RDV-Ruhepausen mit > 24 h nur ausgewähltem Personal den Zutritt in die Sperrbereiche zu gewähren. Diese Personen werden bezüglich der Gefahrensituation ausreichend geschult und besitzen entsprechende Erfahrungen sowie die erforderliche körperliche Konstitution, um in Gefahrensituationen angemessen reagieren zu können.

Folgende Beispiele sollen den Unterschied zwischen einem geschulten Trupp (Vermesser, Arbeiter) und einer Vielzahl von Personen, die sich in ihren Wochenendhäusern aufhalten, verdeutlichen bzw. eine Gleichsetzung kritisch hinterfragen:

- Der geschulte Trupp arbeitet zumeist im Freien. Er kann zielgerichtet durch Böschungsbeobachter abgesichert werden. Demgegenüber ist zu erwarten, dass die Siedlung besuchende baufremde Personen sich innerhalb von Gebäuden aufhalten werden. Selbst wenn die Personen in ihren Gebäuden die Information über eine konkrete Gefahr erreicht, sind sie bezüglich der Reaktionszeit definitiv langsamer bei der Flucht aus dem Sperrbereich. Weiterhin kann Panik bei ungeschultem Personal nicht ausgeschlossen werden, was wiederum die Reaktionszeit verringert.

Die genaue Position aller Personen zu einem konkreten Zeitpunkt ist in der Regel nicht bekannt.

- Für den geschulten Trupp werden nur Mitarbeiter mit guter körperlicher Konstitution und Fitness eingesetzt. Für die Öffentlichkeit (Rentner, Kinder, Behinderte usw.) kann dies nicht abgesichert werden.
- Der Sicht- und Funkkontakt zum geschulten Trupp wird gezielt sichergestellt. Für alle Personen der Siedlung kann dies nicht sichergestellt werden.

Weiterhin wäre ein erheblicher Betreuungsaufwand notwendig, der folgende Aspekte berücksichtigt:

- Schulungen baufremder Personen bezüglich Gefährdung und Verhalten,
- Böschungsbeobachter und Sicherungsposten je Personengruppe und Objekt,
- Absichern des Brandschutzes,
- Absicherung des kontrollierten Betretens und des Verlassens des Sperrbereiches mit einer entsprechenden Passierroutine,
- Frage zur Nachkontrolle der Objekte und Dokumentation des IST-Zustandes, falls Veränderungen während des Aufenthaltes vorgenommen wurden.

Aus Sicht des Sachverständigen sind bei einer Zutrittserlaubnis in einen Gefahrenbereich Faktoren zu betrachten, die u. U. eine Relevanz für den Baubetrieb und damit für die entstehenden Kosten aufweisen können. Solche Aspekte können sein:

- *Prüfung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Ausschluss von Personen mit unzureichender Leistung oder Handicap,*
- *volle Leistungsfähigkeit aller sich im Sperrbereich befindlichen Personen (kein Alkohol- und Medikamentenkonsum),*
- *rechtliche Handhabe einer evtl. erforderlichen Räumung des Sperrbereiches bei einer Weigerung der Personen, diesen wieder zu verlassen.*

Für die aufgeführten Punkte wäre auch die Frage zu klären, wer diese Kontrollaufgaben wahrzunehmen hat. Aus Sicht der Zuständigkeiten der Sachverständigen liegen diese außerhalb ihres Aufgabenbereiches.

Aus der obigen Betrachtung ergibt sich, dass ohne Beachtung der zusätzlich permanent vorhandenen Gefährdungen eine derartige Lösung (Betretung der Sperrbereiche durch Dritte) in ihrer Umsetzung nicht praktikabel erscheint.

Es ist in der Gefährdung eines geschulten kleinen Trupps von gezielt eingesetzten Arbeitern, die eine definierte Aufgabe abarbeiten, gegenüber einer Vielzahl von Personen ein erheblicher Unterschied im Gefährdungsgrad vorhanden.

Der Gefahrensituation für die Arbeiter im Sperrbereich wird damit Rechnung getragen, dass der im Rahmen des Bauablaufes notwendige Aufenthalt von geschultem Personal sich auf punktuelle und kurzzeitige Arbeiten, wie beispielsweise die Absteckung der PWD-Messpunkte für die Sicherheitsfahrweise, beschränkt. Darüber hinaus werden die eingesetzten Arbeiter mit entsprechenden Rettungsmitteln (Schwimmwesten etc.) ausgestattet.

Da Setzungsfließbrutungen in kurzen Zeiträumen ablaufen, ist eine gezielte schnelle Fluchtreaktion lebenswichtig.

Aus diesem Grunde empfehlen die Sachverständigen für Geotechnik für den Zeitraum der RDV-Arbeiten, nur geschultes Personal für definierte kurze Zwischeneinsätze in den Sperrbereich zu lassen. Es besteht keine Vereinbarkeit von Betretungserlaubnissen der Öffentlichkeit und der Aufrechterhaltung von Sperrbereichen im Rahmen der Gefahrenabwehrmaßnahme unter Beachtung der Funktionalität des Sperrbereiches. Demzufolge schließt sich auch für die Eigentümer die Durchführung von Arbeiten jeglicher Art an ihren Objekten aus.

Hinsichtlich der aufgeworfenen Frage zu einer Freigabe der Sperrbereichsbetretung an Feiertagen ist Folgendes festzustellen:

Nach wie vor ist derzeit davon auszugehen, dass ab dem letzten Initialeintrag (der im Wesentlichen im Rütteln zu sehen ist) vor dem Betreten des Sperrbereiches eine Ruhepause von ca. 24 Stunden einzuhalten ist. Die Rüttelarbeiten selbst sollen in einer 6-Tage-Woche im 2-Schicht-Betrieb ausgeführt werden. Aus dem geplanten Bauablauf und dieser Sicherheitsanforderung ergäbe sich, dass ein Betreten nur möglich wird, wenn der gesetzliche Feiertag (und damit arbeitsfreie Tag) auf einen Montag oder Samstag fällt. Brückentage und damit verlängerte Wochenenden können aus jetziger Sicht nicht mit einbezogen werden, da dies einen Eingriff in den Bauablauf für den Baubetrieb darstellen würde, der wiederum Kosten sowie eine Verlängerung der Bauzeit nach sich zieht.

Für eine kurzzeitige Betretung ergeben sich unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Maßgaben in den Jahren 2014 und 2015 folgende Termine:

- für das Jahr 2014: mit dem geplanten Baubeginn ab Mai ein Termin (Pfingsten),
- für das Jahr 2015: mit dem geplanten Bauende der RDV (ca. August) zwei Termine (Ostern und Pfingsten).

Der Aufwand für derartige Veranstaltungen wäre abzuwägen, vor allem vor dem Hintergrund, dass ab Mitte 2015 bei planmäßigem Bauablauf der Sperrbereichsteil der Siedlung Knappenhütte bereits wieder freigegeben werden könnte.

Die Aussagen für die Betretungsmöglichkeiten gelten gleichzeitig auch für alle weiteren in Frage kommenden Uferbereiche, da sie durch Schwallwellen und in deren Folge durch mögliche Sekundärrutschungen ebenfalls gefährdet sind.

### **5.2.3 Sperrbereich nach der Tiefenverdichtung (RDV)**

Nach Beendigung der RDV-Leistungen entlang der Dammtrasse besteht aus Sicht des geotechnischen Sachverständigen prinzipiell die Möglichkeit, die Zutrittsrestriktionen zu lockern. Mit den nach der RDV folgenden Arbeiten, wie dem Aufspülen von Sand und der anschließenden LRV, sind deutlich geringere Initialeinträge verbunden, die unterhalb der bereits eingetragenen Initialen liegen. Damit ist ein Versagen in Form einer Setzungsfließrutschung für die Bereiche mit einem RDV-Damm nicht mehr zu befürchten. Es können nur noch kleinere Teilbereiche abrutschen, womit sich die mögliche Rückgriffweite entsprechend verringert. So könnte nach dem derzeitigen Bauzeitenplan und Kenntnisstand die Sperrfläche in der Siedlung Knappenhütte ab Mitte der Jahresscheibe 2015 wieder zur Nutzung freigegeben werden.

Auch für die weiteren Bereiche (neben der Knappenseesiedlung), die außerhalb der Baufläche liegen (z. B. die Wohnwagen- und Bungalowsiedlung im Bereich T), ist eine Lockerung der Restriktionen nach Abschluss der Tiefenverdichtungsarbeiten denkbar. Nach Prüfung können hier arbeitsfreie Zeiten (z. B. Wochenenden) für ein Betreten und eine Pflege der Objekte freigegeben werden.

Die Betretungsmöglichkeiten der Sperrbereiche können im Ergebnis der hier in den Kapiteln 5.2.2 und 5.2.3 geführten Betrachtungen in folgenden Kernpunkten zusammengefasst werden:

1. Gefahrensituation ist sowohl während der RDV-Ausführung als auch in Rüttelpausen (!) vorhanden.
2. Prüfung der Festlegungen zum Sperrbereich mit Auswertung des Testfeldes sowie im Rahmen des nachfolgenden Routinebetriebs baubegleitend.
3. Freigabe für eine Betretungserlaubnis an Feiertagen (Kurzbegehungen für überprüfte Personen unter Vorbehalt Punkt 2. nur zu 1 Termin (2014) bzw. 2 Terminen (2015) denkbar/möglich.
4. Freigabe der Siedlung nach Beendigung der RDV (ca. Mitte 2015).
5. Der Verbleib von Sachgütern in den Objekten ist aus Sicht der geotechnischen Sicherheit generell möglich, sollte jedoch hinsichtlich möglicher Schadenspotentiale bzgl. grundwassergefährdender Stoffe geprüft werden. Die Entschädigungsfrage ist vorher zu klären.

## 5.2.4 Aufrechterhaltung der Medien während der Sperrzeit

Unverändert besteht die Forderung, dass bei Rutschungsereignissen keine zusätzlichen Gefahren aus der Einbeziehung der Medien in die Rutschung resultieren dürfen. Bezüglich der Anforderungen an die Mediensituation können seitens des SfG folgende Aussagen getroffen werden:

- Eine Aufrechterhaltung der Gasversorgung im Sperrbereich ist aufgrund der damit einhergehenden Gefahren bei Beschädigung generell abzulehnen.
- Ein Weiterbetreiben der Wasserversorgung im Sperrbereich ist ebenfalls aus Sicherheitsgründen nicht zu empfehlen. Durch einen Leitungsschaden könnte ungehindert Wasser austreten und die lockere Kippe im Schadensbereich massiv durchfeuchten, was wiederum eine Verschlechterung der geotechnischen Situation bedeutet. Aufgrund dieses Umstandes wird seitens des Sachverständigen auch eine Aufrechterhaltung der Wasserversorgung innerhalb der Sperrfläche abgelehnt.
- Die Energieversorgung (Strom) ist örtlich differenziert zu betrachten. Wenn die Netze bei einem Rutschungsereignis von außen, d. h. außerhalb des Sperrbereiches, spannungslos geschaltet werden können, ist aus Sicht des Sachverständigen eine Aufrechterhaltung der Spannungsversorgung innerhalb der Sperrfläche möglich. Es muss sichergestellt sein, dass bei einer Havarie der Leitung von der Bruchstelle keine Gefährdungen für Personen ausgehen. Darüber hinaus ist der Brandschutz zu beachten und sicherzustellen.

Weiterhin wird seitens der Medienplanung (siehe nachfolgendes Kapitel 5.3) geprüft, inwieweit die Medienversorgung der Siedlung Knappenhütte aufrechterhalten und damit eine Gewährleistung der Frostfreiheit durch Heizgeräte erreicht werden kann. Durch diese Maßnahme sollen Schäden, die durch Frosteinwirkungen entstehen könnten, minimiert bzw. unterbunden werden. Gleichzeitig wird damit seitens der Betroffenen die Möglichkeit gesehen, sperrige Gegenstände (z. B. große Möbelstücke), die zwar beräumbar sind, während der Sperrphase trotzdem in den Gebäuden zu belassen. Zu diesen Anliegen möchte die ARGE Werminghoff auf die definierten Verhaltensanforderungen und Vorgaben für den Sperrbereich (siehe dazu auch Kapitel 3.5.3) hinweisen. In diesen Vorgaben wurde definiert, dass

- alle Sachgüter, Wertgegenstände, bewegliche baulichen Anlagen etc. für den Zeitraum der Sanierungsarbeiten aus dem geotechnischen Sperrbereich zu entfernen sind. Gleiches gilt für potentiell umwelt- bzw. wassergefährdende Stoffe.

Hintergrund für diese Forderung ist der Sachverhalt, dass bei Eintreten von Rutschungen diese Gegenstände gegebenenfalls unwiederbringlich in den Untergrund und zwischen die Rutschungsmassen verfrachtet werden. Zum Einen ist damit ein Verlust der Gegenstände verbunden, deren Sicherstellung vor Ereigniseintritt möglich gewesen wäre, und zum Anderen kann aus dem rutschungsbedingten Eintrag von Schadstoffen potenziell eine Beeinflussung der Wasserqualität des Sees und des Grundwassers resultieren.

Aus geotechnischer Sicht stellt das Belassen von Gegenständen in den Objekten innerhalb des Sperrbereiches keine Beeinflussung in der technologischen Umsetzung der geplanten Sicherungsarbeiten dar. Für einen eventuellen Schadenseintritt ist jedoch vorher die Entschädigungsfrage zu klären.

Weiterführende Betrachtungen zur Minimierung der Betroffenheiten aus Sicht der Medienversorgung werden unter Kapitel 5.3 ausgeführt.

## 5.3 Maßnahmen der Objektsicherung / Medienversorgung

### 5.3.1 Maßnahmen der Objektsicherung

Die Übersicht der Untersuchungsbereiche für die Maßnahmen der Objektsicherung vorzusehen sind, ist im Lageplan Anlage 1.2 dargestellt.

Im Rahmen der notwendigen Gefahrenabwehrmaßnahmen am Knappensee und der damit verbundenen Einrichtung von Sperrbereichen sind Sicherheits- und Werterhaltungsmaßnahmen zum Baubestand notwendig. Das vorliegende Konzept vom 20.11.2012 zur Objektsicherung mit Darstellung der notwendigen Leistungen sowie Plankosten wurde für ein Musterobjekt im Bereich der Feriensiedlung „An der Knappenhütte“ bestätigt und ist Bestandteil der Sicherungsphase 1 Teil 2. Die folgenden Leistungsschwerpunkte gelangen für die Feriensiedlung „An der Knappenhütte“ (Bereich T, S) und die Wohnwagen-Bungalow-Gemeinschaft (Bereich T) zur Ausführung:

- Begehung der Objekte, Kontrolle auf Dichtheit Dach, Türen, Fenster,
- Lüften der Gebäude, Öffnen der Fenster 15 min,
- Kontrolle auf Sturmschäden,
- Rinnenentwässerungen kontrollieren und reinigen,
- Freihalten der Regenwassereinfläufe incl. Rinnen von Schnee und Eis,
- Geruchsverschlüsse in Gebäuden mit Frostschutzmittel füllen, Dichtheit kontrollieren,
- Doppelt geklammerten Bauzaun vor verglasten Veranden errichten, vorhalten und wieder entfernen,
- Abpumpen von Gruben, Entsorgung Schmutzwasser sowie
- gartenpflegerische Arbeiten.

Im Rahmen von Überlegungen zur notwendigen maximalen Schadensbegrenzung der leerstehenden Objekte für den Zeitraum der Einrichtung des Sperrbereichs sollte geprüft werden, ob zusätzliche Maßnahmen z. B. mit einer Beheizung (Frostschutzsicherung) der Objekte im Sperrzeitraum auch eine Reduzierung der Aufwendungen zu erreichen ist.

Das mit der vorliegenden Planunterlagen zur Objektsicherung herangezogene Musterobjekt (Siedlung „An der Knappenhütte“, Finnhütte Nr. 3) wurde ebenfalls für die Objektbewertung zusätzlich zu treffender Maßnahmen herangezogen.

#### Daten der Objektbewertung:

- Sachwert des Gebäudes (gem. Wertgutachten): 34.000 €,
- Grundfläche innen in Fußbodenhöhe: 47,4 m<sup>2</sup>,
- Dacheindeckung Wellbitumendach grün eingefärbt, 1 St. Dachfenster,
- Außenwände massiv bis ca. 0,5 m Höhe gefliest,
- Tür Giebelseite Süd mit seitlicher Verglasung,
- Fenster Giebelseite Nord 3 St. mit Rollläden.

### Zusätzliche Maßnahmen der Objektsicherung:

Feuchtigkeitsquellen, die zur Schimmelbildung führen, sind bei intaktem Gebäude nicht vorhanden.

Die Überwinterung von unbeheizten leerstehenden Gebäuden ist trotzdem problematisch, da es innerhalb des Gebäudes durch Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsschwankungen zu Taupunktunterschreitungen kommen kann. Diese führen zur Kondenswasserbildung vor allem an ungenügend gedämmten Außenwandbauteilen, Fußböden und an Möbeln verbunden mit Verrottung von Leder, Holz, Paneelen sowie Korrosion an Metallteilen.

Mit einer zusätzlichen Heizung in Verbindung mit der geplanten periodischen Stoßlüftung können solche Schwankungen etwas ausgeglichen werden.

Der Taupunkt der Innenluft wird etwas angehoben, so dass die benannten Schäden weniger zu erwarten sein werden. Diese Maßnahme bedingt die Gewährleistung der Stromversorgung aller Gebäude.

Eine weitere Möglichkeit ist die Trocknung der Innenluft u.a. durch Kondensations-/ bzw. Adsorptionsentfeuchter. Das anfallende Wasser muss hier regelmäßig entnommen werden bzw. der Trockner muss mit Zwangslüftung ausgerüstet werden. Diese Lösungen scheidet aus, da die Begehung des Sperrbereiches erstens nur während der betriebsbedingten Stillstandzeiten der Kippenstabilisierungsarbeiten und mit Freigabe durch den Sachverständigen für Geotechnik erfolgen darf. Zum Zweiten ist die Realisierung einer Zwangslüftung mit hohem technischen Aufwand verbunden (notwendige Eingriffe in die Bausubstanz für die Abluftröhrleitung ins Freie). Da im Normalfall keine Feuchtigkeitsquellen im Objekt vorhanden sind, ist die Trocknung der Innenluft nicht effektiv und scheidet auch aus diesem Grunde aus.

Es wurde eine Variantenbetrachtung zu Leistungen und Kosten bezogen auf Einzelobjekt mit und ohne Frostschutzmaßnahmen, Sicherungsphase 1 Teil 2 für das Musterobjekt durchgeführt (Anlage 5.1). Dabei wird der Leistungszeitraum Sicherungsphase 1 Teil 2 von 2014 bis 2016 entsprechend Bauablaufplan (Bearbeitungsstand 10-11/2013) berücksichtigt.

Es können folgende grundsätzliche Aussagen getroffen werden:

- Es werden Maßnahmen der Schadensbeseitigung im Vergleich zum Betrieb von Frostschutzgeräten über den Leistungszeitraum bewertet.
- Ohne Temperierung der Objekte in den Frostperioden ist gegenüber einer Ausstattung mit einer Grundheizung von mindestens 5°C infolge Durchfeuchtung mit Schäden an Wand- und Fußbodenbelägen sowie an empfindlichen Möbeln zu rechnen.
- Kostengegenüberstellung,
  - Variante 1: Objektsicherung/ Wiederherstellungsleistungen ohne Ausstattung mit Frostschutzgeräten ca. 3.400,- €/Objekt,
  - Variante 2: Objektsicherung Ausstattung mit Frostschutzgeräten ca. 700,- €/Objekt,Variante 2 ist hinsichtlich der Sicherung der Einzelobjekte kostengünstiger.

Voraussetzung ist die Niederspannungsversorgung im Sperrbereich verbleibender Objekte. Die Aufrechterhaltung der Gas- und Wasserversorgung innerhalb des Sperrbereichs wird ausgeschlossen.

Der Betrieb von Gasanlagen innerhalb des Sperrbereichs ist sicherheitstechnisch bedenklich und kann durch den Medienversorger EVSE nicht getragen werden.

**Begründung:**

- unkontrollierter Gasaustritt (Brand-/ Explosionsrisiko),
- Anlagenwartung/ Reinigung der Anlagen unsicher,
- Kontrolle der Schornsteinanlagen bedenklich.

Der Betrieb von Wasserversorgungsanlagen der ewag Kamenz, der Gemeinde Lohsa sowie von Vereinen kann zu unkontrolliertem Wasseraustritt im Kippenbereich führen, der nicht vorhersehbare geotechnische Gefährdungen zur Folge haben kann.

Gas- und Wasserversorgungsanlagen werden an der Sperrbereichsgrenze getrennt und gesichert.

### **5.3.2 Niederspannungsversorgung im Sperrbereich verbleibender Objekte**

Auf Anforderung des SächsOBA (09/2013) sind Möglichkeiten der Reduzierung von Betroffenheiten Dritter innerhalb des Sperrbereichs zu untersuchen.

Dabei ist speziell die Gewährleistung der Niederspannungsversorgung folgender Bereiche zu bewerten (s.a. Lageplan Anlage 1.3):

- |   |                |
|---|----------------|
| • Siedlung Knappenhütte - Bereich T und S         | ca. 51 Objekte |
| • Wohnwagen- und Bungalowgemeinschaft - Bereich T | ca. 47 Objekte |
| • Wohnwagen/ Bungalows – Bereich D Ost            | ca. 53 Objekte |

---

gesamt: ca. 151 Objekte

Der Leistungsumfang der Niederspannungsversorgung wurde mit den Medienversorgern (MITNETZ Strom, Gemeinde Lohsa) abgestimmt und Lösungsansätze untersucht; s.a.

- Beratung mit Gemeinde Lohsa am 09.10.2013, NS vom 18.10.2013,
- Beratung mit MITNETZ Strom vom 29.10.2013, NS vom 08.11.2013,
- Beratung mit MITNETZ Strom und Gemeinde Lohsa vom 03.12.2013, NS vom 09.12.2013.

Durch das Ing.-Büro Alte wurde im Auftrag der Gemeinde Lohsa auf Basis der Kostenübernahmevereinbarung zwischen der Gemeinde Lohsa und der LMBV mbH die Erschließung o. g. Bereiche mit Niederspannung geprüft.

**Prüfungsschwerpunkte:**

- technische Lösung der Erschließung mit Niederspannung,
- Schaltmöglichkeit außerhalb des Sperrbereiches,
- Erschließungskosten,

- Prüfung der vorhandenen Netze (bei deren Nutzung) auf Leistungsfähigkeit.

Als Anlagen sind die Untersuchungen des Ingenieurbüro Horst Alte GmbH Wittichenau/Steinigeweg Planungsgesellschaft mbH & Co.KG Hoyerswerda der Dokumentation beigelegt.

- Anlage 5.3: Gemeinde Lohsa, Knappensee Campingplatz Z5, Prov. Versorgung Elektro, Voruntersuchung, Ingenieurbüro Horst Alte GmbH Wittichenau/Steinigeweg Planungsgesellschaft mbH & Co.KG Hoyerswerda, 08.11.2013/Überarbeitung vom 03.12.2013,
- Anlage 5.4 Gemeinde Lohsa, Knappensee Campingplatz Z3, Prov. Versorgung Elektro, Voruntersuchung, Ingenieurbüro Horst Alte GmbH Wittichenau/Steinigeweg Planungsgesellschaft mbH & Co.KG Hoyerswerda, 15.11.2013
- Anlage 5.5 Gemeinde Lohsa, Feriensiedlung „An der Knappenhütte“, Prov. Versorgung Elektro, Voruntersuchung, Ingenieurbüro Horst Alte GmbH Wittichenau/Steinigeweg Planungsgesellschaft mbH & Co.KG Hoyerswerda, 22.11.2013.

#### Versorgung Siedlung „An der Knappenhütte“ (Bereich T und S) und Wohnwagen- und Bungalow-Gemeinschaft (Bereich T) mit Niederspannung:

Im Bereich der Siedlung Knappenhütte wird eine Trafostation (Kompaktstation, 630 KVA) als Ersatz für die im Gefahrenabwehrbereich befindliche vorhandene Station errichtet. Die Station besitzt noch einen freien Abgang der für die Erschließung der Wohnwagen- und Bungalowgemeinschaft - Bereich T genutzt werden kann.

Es ist somit möglich Anschlusssäulen für die Siedlung „An der Knappenhütte“ und für die Wohnwagen-Bungalow-Gemeinschaft im Bereich T außerhalb des Sperrbereichs mit separater Zählleinrichtungen und Schaltmöglichkeit zu errichten.

Die Herstellung der Verbindung zwischen Anschlusssäulen MITNETZ Strom und den vorhandenen Verteilungen ist nicht Leistung der MITNETZ Strom (Leistungsanteil Gemeinde Lohsa). Die Nutzung vorhandener, durch MITNETZ Strom außer Betrieb genommener Erdkabel ist möglich und ist bei der weiteren Planung durch das von der Gemeinde Lohsa beauftragte Ing.-Büro zu prüfen. Das bestehende Kabelnetz ist für die Versorgung der Bereiche innerhalb des Sperrbereichs mit Niederspannung ausreichend dimensioniert.

Die Leistungsverrechnung (Strom, Verbrauchsmessung) kann wie folgt organisiert werden:

- Wohnwagen- und Bungalow-Gemeinschaft
  - Zählerstandort MITNETZ Strom außerhalb Sperrbereich,
  - Verrechnung LMBV – MITNETZ Strom im Rahmen der Kostenübernahmevereinbarung.
- Siedlung „An der Knappenhütte“
  - Zählerstandort MITNETZ Strom außerhalb Sperrbereich,
  - Verrechnung erfolgt zwischen MITNETZ Strom und Verein Siedlung „An der Knappenhütte“ sowie Privatkunden,



- Verrechnung LMBV – Verein Siedlung „An der Knappenhütte“ sowie Privatkunden über Entschädigungsvereinbarungen,
- Mit Leerzug der Objekte ist das Ablesen von Zählern/ Unterzählern erforderlich und zu dokumentieren.

Die Entkopplung des Niederspannungsnetzes der Siedlung „An der Knappenhütte“ an der Sperrbereichsgrenze ist auf Grund der unbekanntenen Lage der Netze sowie in Unkenntnis des Zustandes nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich (Ersatzerschließung) und ist deshalb nicht vorzusehen.

#### Versorgung Wohnwagen- und Bungalow-Gemeinschaft (Bereich D Ost) mit Niederspannung:

Für die Wohnwagen- und Bungalow-Gemeinschaft im Bereich D Ost befindet sich der Übergabepunkt der MITNETZ Strom an das Netz der Gemeinde Lohsa außerhalb des Sperrbereichs. Schaltheandlungen sind somit außerhalb des Sperrbereichs möglich, Zählleinrichtungen sind vorhanden. Für die Ersatzerschließung des Bereichs D Ost mit Niederspannung sieht die MITNETZ Strom keinen Handlungsbedarf (Leistungsanteil Gemeinde Lohsa).

Nach Aussage des Elektroplaners ist die Versorgung des Bereichs mit Niederspannung technisch möglich, gestaltet sich jedoch schwierig und umfangreich.

Die geplante Grenze des Sperrbereiches verläuft fast auf der gesamten Länge mitten durch den Zeltplatz/ Wohnwagen- und Bungalow- Siedlung. Das Büro Alte erarbeitete im Auftrag der Gemeinde Lohsa Variantenvorschläge zur Medientrennung und Umverlegung (Anlage 5.4).

Bei allen Varianten wurde dabei berücksichtigt, dass alle Objekte, die sich außerhalb des Sperrbereiches befinden, weiterhin mit Niederspannung versorgt werden.

Da die Niederspannungsversorgung über zwei Verteilnetze teilweise unbekannter Lage netzförmig aufgebaut ist, wäre bei den untersuchten Varianten ein hoher Aufwand erforderlich, um einerseits die notwendige Abschaltung innerhalb des Sperrbereiches befindlicher Objekte zu gewährleisten, verbleibende Bungalows innerhalb des Sperrbereichs für das Betreiben von Frostschutzgeräten mit Niederspannung zu versorgen und Objekte außerhalb des Sperrbereichs ebenfalls weiter zu versorgen.

Die Gemeinde beabsichtigt den kompletten Bereich des Zeltplatzes Z 3 – Bereich D Ost (beginnend vom asphaltierten Weg bis zum Ufer) still zu legen. Dabei würde der kostenintensive Umbau zur Medientrennung und Umverlegung vollständig entfallen.

Die Gemeinde beabsichtigt auf der anderen Seite des Asphaltweges eine Fläche zu schaffen, auf der die im zukünftigen Sperrbereich befindlichen Objekte und auch die weiterhin zu versorgenden Objekte außerhalb des Sperrbereiches (bis zum Weg) umgesetzt und versorgt werden können. Anstelle aufwändiger Entflechtungs- und Umverlegungsarbeiten von Medienleitungen vorhandener Netze, wäre auf einer weitaus kleineren Fläche eine Ersatzerschließung der Medien vorzunehmen. Die zu beplanende Fläche befindet sich auf Gewachsenem und ist somit ohne geotechnische Restriktionen bebaubar.

Das Ing.-Büro Alte wurde aufgefordert, nach Vorgabe der Fläche durch die Gemeinde Lohsa diese Variante als Entscheidungsvorlage zusätzlich zu untersuchen.

Diese Untersuchungsergebnisse sind jedoch nicht Bestandteil der vorliegenden Dokumentation, da hierfür erst planungsrechtliche, baurechtliche, kommunal- und privatrechtliche Grundlagen geschaffen werden müssen, die über den Betrachtungsumfang der Untersuchung hinaus gehen. Des Weiteren fehlt die Zustimmung der Betroffenen.

Variantenbetrachtungen Ingenieurbüro Horst Alte GmbH Wittichenau/ Steinigeweg Planungsgesellschaft mbH & Co.KG Hoyerswerda im Auftrag der Gemeinde Lohsa

Anlage 5.3: *Gemeinde Lohsa, Knappensee Campingplatz Z5, Prov. Versorgung Elektro, Voruntersuchung, Ingenieurbüro Horst Alte GmbH Wittichenau/ Steinigeweg Planungsgesellschaft mbH & Co.KG Hoyerswerda, 08.11.2013/ Überarbeitung vom 03.12.2013*

Variantenuntersuchung für den Bereich Wohnwagen-Bungalow-Gemeinschaft (Bereich T)

Variante 1:	Aufbau Baustromnetz	76.653,00 € (netto)
Variante 2:	Nutzung vorhandener Netze	25.498,00 € (netto)

Die aufgezeigte Variante 2, der modifizierten Nutzung der vorhandenen Anlagen, wird aus fachlicher und wirtschaftlicher Sicht befürwortet.

Anlage 5.4 *Gemeinde Lohsa, Knappensee Campingplatz Z3, Prov. Versorgung Elektro, Voruntersuchung, Ingenieurbüro Horst Alte GmbH Wittichenau/ Steinigeweg Planungsgesellschaft mbH & Co.KG Hoyerswerda, 15.11.2013*

Variantenuntersuchung für Bungalow-Gemeinschaft (Bereich D Ost)

Variante 1:	Aufbau Baustromnetz	64.340,00 € (netto)
Variante 2:	Nutzung vorhandenes Verteilernetz 2	26.925,00 € (netto)
Variante 3:	Nutzung vorhandene Verteilernetze 1 und 2	22.525,00 € (netto)

Die aufgezeigte Variante 3, der modifizierten Nutzung der vorhandenen Anlagen, wird aus fachlicher und wirtschaftlicher Sicht befürwortet.

Anlage 5.5 *Gemeinde Lohsa, Feriensiedlung „An der Knappenhütte“, Prov. Versorgung Elektro, Voruntersuchung, Ingenieurbüro Horst Alte GmbH Wittichenau/ Steinigeweg Planungsgesellschaft mbH & Co.KG Hoyerswerda, 22.11.2013*

Variantenuntersuchung für den Bereich Siedlung „An der Knappenhütte“

(Bereich T, S)

Variante 1:	Aufbau Baustromnetz	58.723,00 € (netto)
Variante 2:	Nutzung vorhandener Netze	40.498,00 € (netto)

Die aufgezeigte Variante 2, der modifizierten Nutzung der vorhandenen Anlagen, wird aus fachlicher und wirtschaftlicher Sicht befürwortet.

### 5.3.3 Ergebniszusammenfassung

Die Aufrechterhaltung der vorhandenen Niederspannungsnetze ist in allen untersuchten Bereichen möglich.

Die Nutzung vorhandener Netze ist dabei die wirtschaftlichste Lösung. Die Prüffristen für feste Anlagen betragen 4 Jahre gegenüber monatlicher Prüfung bei Baustromanlagen.

Schaltmöglichkeiten außerhalb des Sperrbereichs sind bei allen Varianten gegeben bzw. werden geschaffen.

Die Kostenersparnis bei Objektsicherungsmaßnahmen mit Frostschutzgeräten gegenüber zusätzlichen Wiederherstellungsmaßnahmen bei Objektsicherung ohne Frostschutzgeräte beträgt 2.700,- €/Objekt, das bedeutet bei 151 Objekten 407.700,- € Kostenersparnis (netto).

Die Summe für die Herrichtung der Niederspannungsversorgung aller Untersuchungsbereiche unter Nutzung vorhandener Netze als kostengünstigste Variante beträgt 88.521,- € (netto).

Es wird eingeschätzt, dass für den Leistungszeitraum der Sicherungsphase 1 Teil 2 eine Gesamtersparnis bei Objektsicherungsmaßnahmen mit Frostschutzgeräten (407.000,- €) abzüglich der Netzherstellung (88.521,- €) von ca. 320.000,- € (netto) erzielt werden kann.

### 5.3.4 Gefährdungsbeurteilung durch betriebene Niederspannungsnetze innerhalb des Sperrbereiches

Die Aufrechterhaltung von Niederspannungsnetzen innerhalb des Sperrbereichs wird auf Grund von verbleibenden Gefährdungen und sich daraus ergebender Folgerisiken als bedenklich angesehen.

Wartungsarbeiten sowie Havariebehebung sind nur eingeschränkt möglich; Voraussetzungen:

- Stillstand der Kippenstabilisierungsarbeiten,
- Freigabe Sachverständiger für Geotechnik.

Havarien, z.B. Ausfall von objektbezogenen Stromkreisen, können nicht festgestellt werden. Schäden an Objekten sowie am Inventar können nicht ausgeschlossen werden.

Durch Fehlfunktionen können kurzschlussbedingte Feuer entstehen. Die zusätzliche Installation von Brandwarnanlagen ist technisch möglich (Anlage 5.2 - Brandmeldeanlage Wohnwagen- und Bungalow-Gemeinschaft Knappenhütte, Bereich T, Maßnahmen/ Kosten), wird jedoch als nicht zielführend erachtet. Der Einsatz der Feuerwehr im Sperrbereich ist nur bedingt möglich (s.a. Havarie- und Notfallplan). Ein Übergriff des Feuers auf andere bauliche Objekte innerhalb des Sperrbereichs ist nicht auszuschließen.

### 5.3.5 Maßnahmenplan

1. Es ist festzulegen, für welche Bereiche die Objektsicherungsmaßnahmen / Frostschutzgeräte angewandt werden bzw. welche Bereiche mit Niederspannung zu versorgen sind. Die Planung und Realisierung der Niederspannungsversorgung durch die Medienversorger im Rahmen der Kostenübernahmevereinbarungen muss vor Einrichtung des Sperrbereichs (01.05.2014) abgeschlossen sein.
2. Die allgemeinen Maßnahmen der Objektsicherung gem. Punkt 5.3.1 werden entsprechend aktuellem Planungsstand (Ausschreibung Sicherungsphase 1 Teil 1/ Teil 2) nur bei der Feriensiedlung „An der Knappenhütte“ (Bereich T, S) und der Wohnwagen-Bungalow-Gemeinschaft (Bereich T) ausgeführt. Es ist festzulegen, ob diese Maßnahmen auch für die Bungalows im Bereich D Ost anzuwenden sind.
3. Zwischen SächsOBA, LMBV mbH und Gemeinde Lohsa ist die Verfahrensweise zur Ersatzerschließung des Alternativstandortes im Bereich D Ost festzulegen. Das Ing.-Büro H. Alte GmbH wurde durch die Gemeinde Lohsa im Rahmen der Kostenübernahmevereinbarung aufgefordert, eine Entscheidungsvorlage zu erarbeiten. Die Zustimmungen aller Betroffenen müssen kurzfristig eingeholt werden.
4. Die Eigentümer der baulichen Objekte sind über die Risiken aufzuklären, ggf. auch als Bestandteil der zu treffenden Vereinbarungen mit Betroffenen. Die Schlüsselübergabe und die Zustimmung zur Begehung der Objekte durch Dritte ist Voraussetzung der Objektsicherungsmaßnahmen.

Das aktenkundige Ablesen von Stromunterzählern mit Übergabe der baulichen Objekte an die LMBV mbH ist Voraussetzung für die Verrechnung des Stromverbrauchs während der Gefahrenabwehrmaßnahmen.

5. Durch die LMBV mbH ist zu prüfen, ob vorhandene Versicherungen Schäden an den baulichen Objekten unter o.g. Bedingungen absichern oder ob eine Bauherrenversicherung für solche Schäden angezeigt ist.
6. Die eingesetzten Böschungsbeobachter können auch auf Entstehungsbrände innerhalb des Sperrbereichs achten und entsprechend Havarie- und Notfallplan handeln. Die Aufgaben der Böschungsbeobachter sind entsprechend zu erweitern.

## 6 Zusammenfassung

Mit der geplanten Einrichtung des Sperrbereiches am Knappensee im Rahmen der geotechnischen Sicherungsarbeiten zur Beseitigung der Setzungsfließgefahr ergibt sich für die Anwohner und Nutzer des Sees eine Vielzahl an Einschränkungen. Im Rahmen der Vereinbarungsverhandlungen mit den betroffenen Eigentümern wurden zahlreiche Fragestellungen an das SächsOBA herangetragen, die im Wesentlichen eine Minimierung der Betroffenheiten beinhalten.

In der hier vorgelegten Unterlage wurden die Nutzungsmöglichkeiten des bereits geotechnisch gesicherten Bereiches E1 am Knappensee sowie mögliche Maßnahmen zur Minderung der Betroffenheiten untersucht.

Im Bereich E1 befindet sich ein beliebter Badestrand. Im Rahmen von Bürgergesprächen und öffentlichen Informationsveranstaltungen wurde stets angefragt, ob eine Weiternutzung des Badebereiches während der Sperrphase ermöglicht werden kann.

Aus geotechnischer Sicht ist der Uferabschnitt E1 als gesichert zu betrachten. Durch die mittels LRV vorgenommenen Verdichtungsarbeiten wurde die Verflüssigungsgefahr der an das gewachsene Böschungssystem angelagerten lockeren Kippenböden wirksam beseitigt.

Dennoch kann dieser Uferbereich nicht als gefähderungsfrei angesehen werden. Für den Uferbereich E1 besteht während der Sicherungsarbeiten in weiteren Uferabschnitten des Knappensees eine Gefährdung durch Schwallwellen, die sich infolge von Böschungsbruchereignissen und die damit verbundene Verdrängung des Wasserkörpers durch Rutschungsmassen bilden können und im Uferbereich auflaufen. In Abhängigkeit der Größe der Schwallwelle, die vom verdrängten Wasservolumen abhängt, können Wellenhöhen bis zu 1,13 m und daraus folgende Auflaufhöhen von bis zu 3,6 m auftreten.

Als Möglichkeit zur Minderung der aus den Schwallwellen resultierenden Gefährdung wurde in der vorliegenden Unterlage der Einbau von Buhnen vorgestellt. Diese Elemente können zumindest einen Teil der Wellenenergie vor dem Auftreffen der Welle auf das Ufer umwandeln bzw. absorbieren. Bautechnisch ist die Herstellung dieser Verbaulemente anspruchsvoll, was sich letztendlich auch in den zu erwartenden Kosten von abgeschätzt ca. 400.000 Euro niederschlägt.

In Zusammenhang mit den Bauarbeiten im See ist eine Veränderung der Wasserqualität in Form von Trübungen zu erwarten. Daneben wird mit dem erforderlichen seeseitigen Baustellenverkehr eine entsprechende Lärmbelästigung verbunden sein. Der seeseitige Baustellenverkehr stellt für Badegäste ebenfalls eine Gefährdung dar.

Um eine Störung des Bauablaufes zu unterbinden, ist eine wirksame Absperrung des Baubereiches gegenüber der Öffentlichkeit erforderlich. Auch nach erfolgter Sicherung gegen Schwallwellen ist der Strandbereich nicht gefähderungsfrei, da der Betrag der Energieumwandlung durch die Buhnen, aber auch die konkret stattfindenden hydrodynamischen Prozesse nicht umfänglich erfassbar sind. Es wird aus wirtschaftlichen aber auch sicherheitstechnischen Bedenken von einer Badenutzung des Bereiches abgeraten.

Eine weitere Fragestellung wurde zu Betretungserlaubnissen in den Sperrbereich während der Sicherungsarbeiten an das SächsOBA herangetragen. Diese Anfrage wurde hauptsächlich durch Betroffene im Zusammenhang mit den im Sperrbereich liegenden Gebäuden der Knappenseesiedlung gestellt.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Lage der Sperrbereichsgrenze unter Berücksichtigung der Ergebnisse von Rückgriffweitenberechnungen festgelegt wurde. Damit ist für den Sperrbereich ein Rutschungsversagen nicht auszuschließen und somit eine Gefährdung für Gebäude und evtl. darin befindliche Personen gegeben.

Mit den Bauarbeiten, die gleichzeitig eine Anhebung des Seewasserspiegels erfordern, geht eine Verringerung der geotechnischen Sicherheit einher. Durch die bereits mit den Abtragsarbeiten im Vorfeld der Rütteldruckverdichtung erfolgenden bautechnischen Eingriffe im Bereich der Uferböschung wird der bestehende Gleichgewichtszustand im Böschungssystem erheblich gestört. Im Zuge der RDV-Arbeiten selbst wird am Böschungsfuß ein sehr starkes Initial eingetragen.

Aus Erfahrungen in anderen Sanierungsobjekten ist bekannt, dass mit den Verdichtungsarbeiten eine deutliche Erhöhung der Porenwasserdrücke im Umfeld einhergeht. Es ist messtechnisch belegt, dass der Porenwasserüberdruckabbau über mehrere Stunden bis Tage andauern kann.

Zur Gewährleistung der Sicherheit ist deshalb vor einem Betreten des Sperrbereiches eine Ruhezeit von 24 Stunden ab dem letzten Initialeintrag festgelegt worden. Diese ist auch für Dritte anzuwenden und als Mindestforderung zu sehen.

Um die Betroffenheiten zu reduzieren, besteht die Möglichkeit, nach einer Anlaufphase, die mindestens das geplante Testfeld im Rahmen der Bauphase 1 umfassen sollte, eine Überprüfung der Parameter und Restriktionen vorzunehmen.

Generell ist das Betreten des Sperrbereiches durch Dritte kritisch zu sehen. In der vorgelegten Unterlage sind aus Sicht der Sachverständigen Aspekte aufgeführt, die neben den geotechnischen Bedingungen auch für eine Entscheidungsfindung bzgl. möglicher Betretungserlaubnisse relevant sind.

Aus Sicht der Sachverständigen besteht nach Abschluss der Rütteldruckverdichtungsarbeiten prinzipiell die Möglichkeit einer Lockerung der Zutrittsrestriktionen. Damit können der Zeitraum der restriktiven Sperrung (d. h. ohne jegliche Zutrittserteilung) erheblich verringert und somit auch die Betroffenheiten minimiert werden.

Die Aufrechterhaltung der vorhandenen Niederspannungsnetze ist in allen untersuchten Bereichen möglich. Die Nutzung vorhandener Netze ist dabei die wirtschaftlichste Lösung. Die Prüfzeiten für feste Anlagen betragen 4 Jahre gegenüber monatlicher Prüfung bei Baustromanlagen. Schaltmöglichkeiten außerhalb des Sperrbereichs sind bei allen Varianten gegeben bzw. werden geschaffen. Die Aufrechterhaltung von Niederspannungsnetzen innerhalb des Sperrbereichs wird jedoch auf Grund von verbleibenden Gefährdungen und sich daraus ergebender Folgerisiken als bedenklich angesehen.