

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	10 (2003), 1/2	S. 29-37	13 Abb., 6 Lit.
----------------------------------	--------------	----------------	----------	-----------------

Luftaufnahmen als ein Mittel zur Früherkennung von geotechnischen Gefahren für die öffentliche Sicherheit am Tagebaurestloch Helenesee im Süden der Stadt Frankfurt (Oder)

Air photographs as a method to identify geotechnical risks for the public safety around lake "Helene", an former open cast brown coal mine in the south of the city of Frankfurt (Oder)

HOLGER VÖHL

1. Allgemeine Angaben

Das Naherholungsgebiet „Helenesee“ südlich der Stadt Frankfurt (Oder) im Landkreis Oder-Spree (Abb. 1) ist aus dem ehemaligen Braunkohlentagebau „Helene“ hervorgegangen, der als Folgetagebau für die seit 1932 betriebene Grube „Katja“ aufgefahren wurde.

wässer mit einer Fläche von 265 ha. Durch das nachträgliche Gestalten von Böschungen am Nord- und später am Westufer, zuerst durch Absprengen extrem steiler Böschungsbereiche Mitte der 60er Jahre und ab 1975 durch Planiertechnik und Abspülung, ist der See für die Naherholung und den Tourismus erschlossen worden.



Abb. 1
Lageplan mit den Standorten der nachfolgenden Bilder

Fig. 1
General plan with the location of the following pictures

Die Aufschlussbaggerung begann 1943 durch einen Verbindungsschnitt. Der Abraum wurde zum großen Teil im verbliebenen Restloch „Katja“ abgesetzt bzw. verspült. Aufgrund der zunehmend komplizierteren Lagerungsverhältnisse von Flöz und Deckgebirge wurde der Abbau in der „Helene“ wirtschaftlich nicht mehr tragbar, so dass man die Kohleförderung im August 1958 abrupt einstellte. Die Schließung erfolgte ohne Abschlussbetriebsplan und Maßnahmen zur Wiederurbarmachung. Sämtliche Böschungen verblieben im Betriebszustand. Die anschließende Flutung des Restloches erfolgte bis in die 70er Jahre. Gemeinsam mit dem „Katjasee“, der noch heute durch den Verbindungsschnitt, dem sogenannten „Kongo“, mit der „Helene“ verbunden ist, entstand daraus das in der weiteren Umgebung größte Ge-

2. Die geotechnische Situation und die daraus resultierenden Gefährdungspotenziale für die öffentliche Sicherheit

Bis auf die bereits genannten Strandabschnitte am Nord- und Westufer waren Anfang der 90er Jahre alle anderen Böschungen seit der Tagebaueinstellung sich selbst überlassen. Durch Erosion wurden sie auf natürliche Weise abgeflacht. Damit steht nicht mehr wie am Anfang die Gefahr der zu steilen Böschungen im Vordergrund, sondern die im Grenzgleichgewicht abgelagerten Erosionsmassen selbst stellen das größere Gefährdungspotenzial dar, da sie von ihrer Kornverteilung und -form sowie ihrer lockeren Lagerung unter Wasser zu einer Verflüssigung fähig sind. Verflüssigungsfähig heißt in diesem Fall, dass es durch dynamische Belas-

tungen zu einem plötzlichen Druckanstieg des Wassers zwischen den einzelnen Sandkörnern (Porenwasser) kommt, der größer als die übliche Kraftübertragung zwischen den Berührungspunkten von Korn zu Korn ist. In diesem Moment schwimmt jedes Sandkorn für sich allein im Wasser und der Untergrund verhält sich selbst wie eine Flüssigkeit. Der damit verbundene lokale Gefügestrukturbruch erzeugt wiederum erhöhte Porenwasserdrücke, so dass sich wie in einer Kettenreaktion weitere Bereiche verflüssigen. Dieser Prozess ist in viel größeren Dimensionen besonders im Braunkohlenbergbau der benachbarten Lausitz als Setzungsfließen bekannt. Für das Auslösen einer Verflüssigung ist ein Initial, vorrangig durch dynamische Belastungen, erforderlich, welches durch die Wellenbewegung permanent vorhanden ist. Eine plausible Erklärung für derartige Prozesse bietet HEYM & MARINONI (2000). Danach findet ausgehend von einem initialen Böschungsbruch im Unterwasserbereich ein zum Ufer progressiv fortschreitendes Schichtfließen der locker gelagerten Sande statt. Erreicht dieser Prozess schließlich das Land, entfällt im Überwasserbereich der für das Schichtfließen notwendige Porenwasserdruck und es erfolgt ein klassisches Nachbrechen der Uferböschung entsprechend der Mohr-Coulomb'schen Bruchtheorie. Nur diese Brüche im Uferbereich sind dann erst die von Land aus sichtbaren, spektakulären Ereignisse, die häufig Thema der Tagespresse sind (Abb. 2).

Auslöser für diese Rutschungen können nach HEYM & MARINONI (2000) auch Wellen sein, die auf Grund ihrer beträchtlichen Tiefenreichweite schon in größerer Entfernung vom Ufer wirksam werden. Erklärbar ist das mit der aus der Wellenbewegung resultierenden Orbitalbewegung der einzelnen Wasserpartikel, die zu einer Oszillation des im Boden vorhandenen Porenwassers führt.

Durch diesen Prozess stellen die Erosionsmassen eine Gefahr für die öffentliche Sicherheit dar, wie zahlreiche Rut-

schungen in der Vergangenheit belegen. Das steht im Widerspruch zur intensiven Erholungsnutzung des Sees.

Charakterisiert sind diese Rutschungen dadurch, dass sie unter Wasser auch bei geringen Neigungen auftreten, hauptsächlich den oberflächennahen Bereich erfassen und enorme Rückgriffsweiten aufweisen können. Gefährlich werden diese Rutschungen durch zwei Mechanismen. Zum einen können, wenn die Rückgriffsweite bis in den Flachwasserbereich reicht, insbesondere Nichtschwimmer von diesem lautlos und nicht sichtbar verlaufenden Prozess erfasst werden. Für diesen Personenkreis genügt, wenn sie tief genug im Wasser stehen, dass ihnen ohne Vorankündigung wenige Dezimeter Boden unter den Füßen weggezogen werden. Zum anderen stellen die Uferbrüche oberhalb des Wasserspiegels auf erzwungener gekrümmter Gleitfläche ebenfalls eine Gefahrenquelle dar. Als Beispiel sei an dieser Stelle die gut dokumentierte Rutschung vom 12.06.1999 an der Palisadenwand am Westufer genannt (Abb. 2). Hier lagen neben Lotungsprofilen in unmittelbarer Nachbarschaft (WIEGAND 1998), die vor der Rutschung angefertigt wurden und durch eine Lotungsreihe nach der Rutschung ergänzt werden konnten (WIEGAND 1999), auch Luftaufnahmen und eine Begutachtung durch einen Tauchgang (VÖHL 1999) vor. Dabei rutschte die obere Unterwasserböschung auf einer Breite von etwa 25 m ab. Die Rückgriffsweite reichte bis zur Palisadenwand, so dass die dortige Steinschüttung vollständig mitgerissen wurde. Diese Wasserbausteine dienten als eindeutiger Indikator für die Rutschung, deren Größe ohne diese Hinweise nicht feststellbar gewesen wäre. So fanden sich Reste des Baumaterials regelmäßig verteilt auf einer in der Breite ebenen und in Seerichtung ca. 1 : 4,5 geneigten und mindestens 100 m langen Rutschungsbahn. Die abgerutschten Massen waren von einer so lockeren Konsistenz, dass Taucher im Seeboden mühelos durch Handbewegungen Initiale erzeugen konnten, die den Rutschungsprozess wieder in Gang setzten. Anders als ein Setzungsfließen an Land,



Abb. 2
Rutschung vom 12.06.99
im Bereich der Palisadenwand als Teil einer
ausgedehnten Unterwasser-
serrutschung

Fig. 2
Landslide from 1999,
June 12 in the area of the
palisade as a part of a big
subwater landslide

welches immer ein schnell ablaufendes Ereignis darstellt, verlaufen derartige Rutschungen unter Wasser bedeutend langsamer.

Die Sanierung basiert auf der Annahme, dass die oberen Unterwasserböschungen praktisch nicht zu stabilisieren sind. Deshalb wird nach Bestimmung der maximalen Rückgriffsweite das neue Strandprofil so angelegt, dass die Oberkante einer späteren Rutschung auch bei einem möglichen Tiefstwasserstand in jedem Fall im Schwimmbereich liegt. Dazu ist es erforderlich, die Uferlinie bis zu 30 m in das Hinterland zu verschieben. In der Regel wird eine neue, mindestens 40 m breite, Strandplattform geschaffen, bei der sich jeweils die Hälfte über bzw. unter dem Wasserspiegel befindet. Die daran anschließenden landseitigen Böschungen werden entsprechend dem Verwendungszweck gestaltet.

3. Monitoring der oberen Unterwasserböschungen durch Luftaufnahmen

3.1 Ziel der Überwachung

Eine ständige Aufgabe des LGRB besteht in der Beratung der Stadt Frankfurt (Oder) bezüglich der Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit aus geotechnischer Sicht. Aus diesem Grund wurden umfangreiche bodenmechanische Untersuchungen in Auftrag gegeben, die für die einzelnen Uferabschnitte unterschiedliche Gefährdungspotenziale erbrachten. Man kann davon ausgehen, dass alle freigegebenen Bädstellen am Helenesee uneingeschränkt nutzbar sind. Bereiche in denen keine ausreichenden Sicherheiten ausgewiesen werden konnten, wurden gesperrt. Unabhängig von diesen Maßnahmen wird davon ausgegangen, dass den die Sicherheit gefährdenden Rutschungen umfangreiche und längerfristige Böschungsbewegungen an den oberen Unterwasserböschungen vorangehen, durch deren rechtzeitiges Erkennen frühzeitig gefährdende Ereignisse für die öffentliche Sicherheit erkannt werden können.

3.2 Methodik

Bei der Auswertung von Unterlagen zeigte sich, dass auf Grund der sehr guten Wasserqualität des Helenesees, die Sichttiefen von mehr als 5 m zulässt, die Strukturen der flacheren Unterwasserbereiche auf Luftaufnahmen sehr gut erkennbar waren. Diese Tatsache sollte durch Vergleichsaufnahmen für ein Monitoringprogramm ausgenutzt werden. Seit 1998 wird daher vor Beginn der Badesaison zuerst mit Hilfe eines Kleinflugzeuges, später durch die Hubschrauberstaffel der Polizei des Landes Brandenburg die Uferlinie des gesamten Helenesees in geringer Höhe bis max. 200 m befliegen. Dabei wird der gesamte Uferbereich fortlaufend mit einer Kleinbildkamera so fotografiert, dass man die einzelnen Bilder zu einer großen Übersicht zusammenfügen kann. Als günstig erwies sich bisher eine Festbrennweite von 50 mm und ein Farbnegativfilm 100 ASA. Damit ist eine ausreichend gute Auflösung möglich. Auf Grund der Tatsache, dass die oberen Unterwasserböschungen einen charakteristischen Verlauf aufweisen und der See nur geringen Wasserspiegelschwankungen unterliegt, sind schon geringe Veränderungen der Böschungen unter Wasser durch einen einfachen Vergleich der jährlichen Bilderserien sichtbar. Hilfreich wirkt dabei die Absorption des einfallenden und vom hellen Seeboden reflektierenden Lichts. Damit sind auch geringe Tiefenänderungen im dm-Bereich durch die sich verändernde Farbe erkennbar. Diese im sichtbaren Bereich mit Rot beginnende Absorption kann in gewissen Grenzen durch eine darauf abgestimmte Bildbearbeitung für die Auswertung ausgenutzt werden.

Die Auswertung erfolgt unter Nutzung des im Maßstab 1 : 2 000 vorliegenden bergmännischen Risswerks, der umfangreichen Lotungsprofile im Maßstab 1 : 100 und vor allem der Orthofotos des Brandenburgischen Landesvermessungsamtes. Gegebenenfalls werden die Ergebnisse durch gezielte Tauchgänge verifiziert.

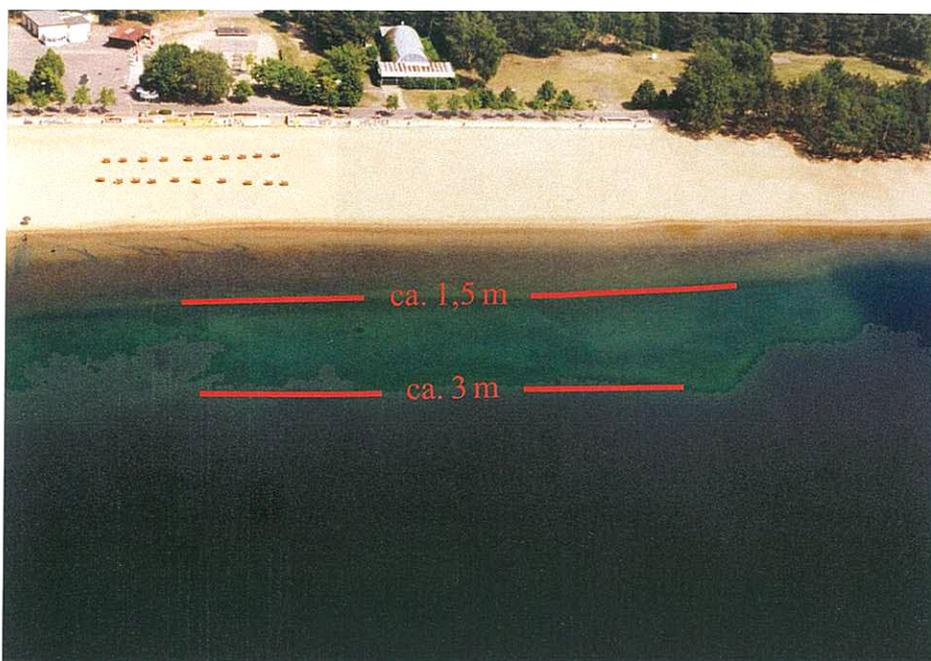


Abb. 3
Östlicher Teil des Hauptstrandes mit Eintragung der Sichttiefen
Fig. 3
East part of the main beach with the visibility depths

3.3 Ergebnisse

Die Luftaufnahmen liegen, wie bereits genannt, in Form von Panoramabildern für die gesamte Uferlinie vor. Stellvertretend wird ein Ausschnitt des östlichen Hauptstrands mit Eintragung der Sichttiefen gezeigt (Abb. 3).

Besonderes Augenmerk bei der Auswertung fällt auf die Bereiche, in denen bereits Rutschungen stattfanden bzw. deren Anzeichen sichtbar sind und wo die Gefährdung durch Standsicherheitsuntersuchungen festgestellt wurde. Beispielsweise werden einige Schwerpunkte aufgeführt.

Eine beginnende Rutschung ist am östlichen Teil des Hauptstrands auf Höhe des ehemaligen Wachturms erkennbar. Hier

befinden sich auf einer Länge von 100 m drei charakteristische Ausbuchtungen der Oberkante der Unterwasserböschung (Abb. 4). Die bisherigen Beobachtungen ergaben keine Veränderungen. Zwischenzeitlich wurde diese Stelle auch durch einen Tauchgang beurteilt, so dass eingeschätzt werden kann, dass bei dem derzeitigen Abstand zur Uferlinie und bei Weiterführung der Luftüberwachung kein unmittelbarer Handlungsbedarf besteht.

Ein weiterer sensibler Bereich ist die Palisadenwand am Westufer, deren obere Unterwasserböschungen nachweislich keine ausreichende Sicherheit aufweisen. Dieser Abschnitt ist, bis auf den Bereich der schon im Punkt 2 beschriebenen Rutschung vom 12.06.99 (Abb. 2), nur geringfügigen Ver-



Abb. 4
Rutschungsbereiche
östlich des Hauptstrandes
in Höhe des Wachturms

Fig. 4
Areas with subwater
landslides east of the
main beach near the
lifeguard tower



Abb. 5
Rutschungskessel am
südlichen Teil der Palisadenwand
an der Grenze zum FKK-Strand
vor Einbeziehung in die
Sanierung

Fig. 5
Caldera, caused by slide
in the southern part of
the palisades at the border
of the nudists beach
before it was included
into the restoration

änderungen unterworfen, die durch den genügend großer Abstand zum Uferverbau gegenwärtig keine Gefahr für deren Funktionsfähigkeit darstellen. Anders verhält es sich im Bereich der oben genannten Rutschung selbst. Trotz einer sofort durchgeführten Reparatur, ist anhand der Luftaufnahmen eine Vergrößerung des Rutschungskessels im Unterwasserbereich festgestellt worden. Es musste erwartet werden, dass dieser Abschnitt in den nächsten Jahren seine Funktionstüchtigkeit verliert. Aus diesen Gründen wurde im Jahr 2002 die planmäßige Sanierung des benachbarten Strands um diese Gefahrenstelle erweitert.

Die spektakulärsten Veränderungen seit Einführung der Luftüberwachung fanden am Ostufer im Mündungsbereich des „Kongos“ statt. Hier existierte seit mindestens zehn Jahren ein kleiner Rutschungskessel, der auf den Beginn eines größeren Ereignisses hindeutete (Abb. 6). Nach vier Befliegungen, die nur geringe Veränderungen der oberen Unterwasserböschungen ergaben, zeigten sich im Jahr 2001 erstmals sechs neue Rutschungen, die auf einer Uferlänge von 100 m eine Rückgriffsweite von 25 m besaßen (Abb. 7). Trotz des Ausmaßes waren die Veränderungen von Land nicht sichtbar. Es musste davon ausgegangen werden, dass dieser Rut-



Abb. 6
Nordostufer des Helenesees im Bereich der sogenannten „Kongo“-Mündung (Frühjahr 1998)

Fig. 6
North east bank of the lake „Helene“ near the mouth of the so-called „Kongo“ (spring 1998)



Abb. 7
Dasselbe Nordostufer des Helenesees im Bereich der „Kongo“-Mündung mit neuen Rutschungen vom Frühjahr 2001

Fig. 7
The same northeast bank of the lake „Helene“ near the mouth of the „Kongo“ with new subwater landslides from spring 2001

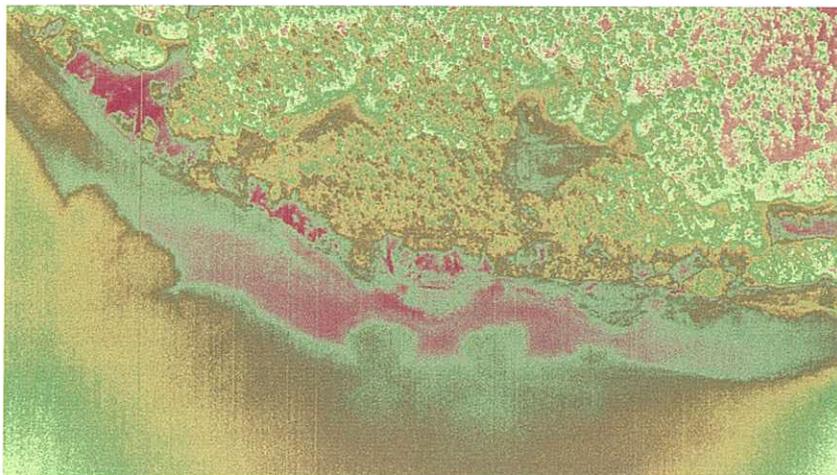


Abb. 8
Sichtbarmachung von Strukturen im Unterwasserbereich durch digitale Bildbearbeitung

Fig. 8
Improvement of visibility of the subwater structures by means of digital image processing

schungsprozess noch nicht beendet war und demnächst das Ufer erreichen wird. Damit konnte als Ergebnis der Befliegung eine Rutschung im Uferbereich vorhergesagt werden, die genügend Zeit für Gegenmaßnahmen ließ. Der Bereich ist für den Publikumsverkehr rechtzeitig gesperrt worden. Dieses Beispiel offenbart das Rutschungspotenzial, welches auch mehrere Jahrzehnte nach der Flutung des Restlochs noch vorhanden ist.

In der Abbildung 7 ist deutlich zu sehen, dass es sich bei den Abbrüchen unter Wasser um keine klassischen Böschungsbrüche handelt, sondern um lokale Verflüssigungen des Untergrunds. Man erkennt dies an den großen, stark in die Breite gehenden Rückgriffsweiten und den vergleichsweise schmalen Austrittsöffnungen. Gleichzeitig sind die erfassten Massen vor dem Rutschungskessel weit und flach ausgeflossen.

Die Abbildung 8 ist ein Beispiel, wie durch digitale Bildbearbeitung Unterwasserstrukturen deutlicher hervortreten. Kontrastverbesserungen lassen sich beispielsweise durch eine Histogrammauswertung zur Grautondifferenzierung, die eine gezielte und verbesserte Farbverteilung im Foto zulässt oder mit verschiedenen Filterverfahren, durch die eine Hervorhebung von Strukturen erreicht werden kann, erzielen. Die hier dargestellten Farbverläufe lassen besonders die bei der Rutschung ausgeflossenen Massen deutlicher erkennen.

die sich seit Beginn des Monitorings vor 5 Jahren nicht verändert haben.

4. Alternative Verfahren

Eine andere Möglichkeit der Gefahren-Früherkennung besteht in der jährlichen Lotung der oberen Unterwasserböschungen. Da die zu erwartenden Rutschungen in einer Größenordnung von wenigen Metern liegen, wäre ein dementsprechend geringer Profilabstand nötig, der bei der gesamten Uferlinie von 6,5 km bis zu 1 000 Profillinien erfordern würde. Ohne einen gegenüber den Luftaufnahmen größeren Informationsgewinn, wären die Kosten um ein Vielfaches höher.

Rutschungen sind auch durch eine Begutachtung unter Wasser erkennbar. Jedoch ist die räumliche Einordnung und ein direkter Vergleich zur Vorjahressituation erschwert.

5. Weitere Anwendungsbereiche

Als Nebeneffekt waren die Befliegungen ein ausgezeichnetes Mittel zur Bauüberwachung bzw. Endabnahme von Sanierungsmaßnahmen am Helenesee. Als Beispiel können die Sanierung des Strands östlich des Seglerheims im Jahr 1998



*Abb. 9
Rutschung im Bereich des Südkessels*

*Fig. 9
Landslide in the southern part of the lake "Helene"*

Alle anderen Bereiche, für die auswertbare Vergleichsaufnahmen aus den vorangegangenen Befliegungen vorhanden sind, ergaben keine signifikanten Veränderungen der oberen Unterwasserböschungen. Das gilt insbesondere für den nördlichen Hauptstrand, dem Taucherlager und dem Südkessel. Als Beispiel dienen die nachfolgenden Abbildungen 9 bis 11 aus dem Süduferbereich mit historischen Rutschungen,

und der beiden FKK-Strände am Westufer im Jahr 2002/03 dienen. In beiden Fällen wurden Unregelmäßigkeiten im Flachwasserbereich festgestellt, die einer Nachbearbeitung bedurften. So wurden die in Abbildung 12 erkennbaren Unregelmäßigkeiten durch eine Spüllanze abgeflacht und die in Abbildung 13 zu erkennende unregelmäßige Struktur des neugeschaffenen FKK-Strands rechtfertigten eine tiefgrün-



*Abb. 10
Rutschungskessel
am Südufer*

*Fig. 10
Slide caused caldera
in the southern
bank*



*Abb. 11
Details des in Abbildung 10 gezeigten Rutschungs-
kessels*

*Fig. 11
Details of the caldera in figure 10*



digere Kontrolle des Flachwasserbereichs, die eine teilweise mangelhafte Trittfestigkeit und einen lokal ungleichmäßigen Untergrund ergab. Durch sofortige Gegenmaßnahmen,

wie eine eindeutige Abgrenzung der Nichtschwimmerbereiche konnte die öffentliche Sicherheit gewährleistet werden. Nachbesserungen sind für das Frühjahr 2004 vorgesehen.



*Abb. 12
Neugeschaffener
Badestrand öst-
lich des Segler-
heims kurz vor der
Fertigstellung im
Jahr 1998*

*Fig. 12
New built beach
east of the sailor
station near com-
pletion in 1998*



Abb. 13 Neugeschaffener Badestrand am Westufer kurz vor der Eröffnung im Jahr 2003

Fig. 13 New built beach on the west bank shortly before opening in 2003

Zusammenfassung

Das Naherholungsgebiet „Helensee“ südlich der Stadt Frankfurt (Oder) im Landkreis Oder-Spree des Landes Brandenburg ist aus dem ehemaligen Braunkohlentagebau „Helene“ hervorgegangen. Bis auf wenige Strandabschnitte am Nord- und Westufer waren Anfang der 90er Jahre alle anderen Böschungen seit der Tagebaueinstellung sich selbst überlassen. Die entstehenden Erosionsmassen unter Wasser stellen eine Gefahr für die öffentliche Sicherheit dar, wie zahlreiche Rutschungen in der Vergangenheit belegen. Das steht im Widerspruch zur intensiven Erholungsnutzung des Sees.

Ein bewährtes Mittel für die zusätzliche Kontrolle der für die Sicherheit maßgebenden oberen Unterwasserböschungen ist die vom LGRB 1998 vorgeschlagene und seitdem jährlich ausgewertete Befliegung der gesamten Uferlinie des Helensees. Der Vergleich der jährlichen Fotodokumentationen untereinander erlaubt den Nachweis selbst geringster Böschungsveränderungen. Besonderes Augenmerk wird auf die Uferbereiche mit den geringsten Standsicherheiten, wie der Palisadenwand, des Taucherlagers, des Oststrands sowie auf mehrere Abschnitte des Südteils gelegt. Die in eigener Regie organisierten Befliegungen und mit normaler Amateur-

ausrüstung hergestellten Luftaufnahmen zeigen, dass mit einfachen und sparsamen Mitteln nützliche geotechnische Aussagen zu erreichen sind.

Summary

The leisure area "Helensee" in the south of the city of Frankfurt (Oder) in the district Oder-Spree in the state of Brandenburg was developed from the old brown coal open cast mine "Helene". In the beginning of the nineties of the last century only small parts of the lake banks were rebuilt for a safe use. Large parts of the banks were left to their natural development. By this way developed subwater erosion masses are today a serious danger for the public safety. Numerous landslides were known in the last years. This problem threatens the intensive utilization as a recreational area.

A simple method of control of the dangerous upper subwater banks are air photographs of the whole shoreline of the lake "Helene". The LGRB proposed this method in 1998 and evaluates since then the results of the aerial survey every year. The comparison of the annual photo shots shows clearly even the smallest changes of the unstable banks. These small changes give hints for greater slides to expect in the nearby future. The most important areas of control are the palisade, the divers camp, the east bank and different sections in the southern part of the lake. This flights of aerial survey are organized by the Geological Survey on its own responsibility with small single engine planes and nowadays by helicopters of the police. The resulting air pictures, taken from low altitude with a simple amateur equipment, give important new knowledge for the public safety obtained by low costs.

Danksagung

Eine besonderer Dank gilt der Polizeihubschrauberstaffel Brandenburg für die Übernahme der Befliegung seit dem vergangenen Jahr. Damit erreichte die beschriebene Überwachung zu Gunsten der öffentlichen Sicherheit eine spürbar bessere Qualität.

Für die Unterstützung bei der digitalen Bildbearbeitung danke ich Frau Dipl.-Geophys. A. Andreae.

Literatur

- HEYM, T. & O. MARINONI (2000): Standsicherheitseinschätzung Helensee Frankfurt (Oder). - S. 34-38, Baugrundinstitut Franke-Meißner Berlin-Brandenburg GmbH, Berlin
- VÖHL, H. (1999): Bericht über die Rutschung am Helensee vom 12.06.99. - 8 S., Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Cottbus (unveröff.)
- VÖHL, H. (2001): Bericht über die Befliegung des Helensees vom 13. Juli 2001. - 7 S., Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Cottbus (unveröff.)
- VÖHL, H. (2002): Auswertung der Kontrollbefliegung des Helensees vom 12. Juni 2002. - 5 S., Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Brandenburg, Cottbus (unveröff.)
- WIEGAND, K. (1999): Abschlussdokumentation zum Einbau einer Pfahlwand zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit. - 8 S., Bergsicherung und Braunkohlensanierung Frankfurt (Oder) GmbH, Frankfurt (Oder)
- WIEGAND, K. (1999): Abschlussdokumentation Schadensbeseitigung und Gefahrenabwehr Helensee, Bereich der Rutschung vom 12. Juni 1999. - 5 S., Bergsicherung und Braunkohlensanierung Frankfurt (Oder) GmbH, Frankfurt (Oder)

Anschrift des Autors:

Dipl.-Ing. Geotechnik

Holger Vöhl

Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Brandenburg, Regionalbüro Cottbus

Vom Stein-Str. 30

03050 Cottbus

Mitteilung aus dem Landesamt No. 162