

Markscheiderisch-geotechnisches Monitoring und UAV-Einsätze in geotechnischen Schwerpunktbereichen bei der LEAG

Cordula Schröder¹, Marco Drechsel²

¹Lausitz Energie Bergbau AG, Markscheiderei

²Lausitz Energie Bergbau AG, Tagebausicherheit/Geotechnik Tagebau Welzow-Süd

ZUSAMMENFASSUNG:

Zur Überwachung geotechnischer Schwerpunktbereiche kommen in den Tagebauen der Lausitz Energie Bergbau AG unterschiedliche Systeme zum Einsatz.

Eine hohe Flexibilität und erweiterte Einsatzmöglichkeiten ergaben sich durch die Verbindung einfacher GNSS-Empfänger und geotechnischer Sensoren zu einem Gesamtsystem (A07Geo). Darüber hinaus werden A07-Empfänger zur Bewältigung vielfältiger Fragestellungen herangezogen.

Zwei im Bestand der Markscheiderei befindliche UAV's eröffnen die Möglichkeit, bei geotechnischen Ereignissen schnellstmöglich auch georeferenziertes Bild- und Videomaterial sowie daraus resultierend Volumenbestimmungen und weiterführende Messungen zur Verfügung zu stellen.

Daneben werden aktuell geotechnische Einsatzszenarien für eine Wärmebildkamera näher untersucht.

1 Lausitz Energie Bergbau AG

Unter der Dachmarke LEAG (Lausitz Energie AG) firmieren die beiden Unternehmen Lausitz Energie Bergbau AG (LE-B) und Lausitz Energie Kraftwerke AG (LE-K). LE-B und LE-K sind nach dem Verkauf der Sparte Mining & Generation von Vattenfall an EPH und PPF Investments die in der Lausitz tätigen Bergbau- und Kraftwerksbetreiber.

LEAG ist:

- mit rund 8.000 qualifizierten Mitarbeitern einer der größten privatwirtschaftlichen Arbeitgeber im Industriesektor Ostdeutschlands
- der viertgrößte Kraftwerksbetreiber in Deutschland
- Erzeuger von jeder zehnten Kilowattstunde Strom für Deutschland
- Betreiber des zweitgrößten deutschen Braunkohlenreviers mit vier aktiven Tagebauen und einem Sanierungsbereich
- Erzeuger und Lieferant hochwertig veredelter Brennstoffe für 17 Länder
- Betreiber von Braunkohlenkraftwerken der neuesten Generation

2 Monitoringsystem A07 und A07Geo

Die GNSS-Empfänger A07 der Firma Alberding werden in den Tagebauen der LE-B für unterschiedliche geotechnische Fragestellungen zum Einsatz gebracht.

Bei dem System A07 handelt es sich um ein bergbautaugliches autarkes Monitoringsystem, welches in schwer zugänglichen oder nur temporär zugänglichen Gebieten ohne Medienanbindung (Strom, Datenübertragung) zum Einsatz kommen kann. Neben der reinen Erfassung geodätischer Daten mittels A07 ist eine Ergänzung des Systems um geotechnische Sensoren und einen Wettersensor für eine Station verfügbar (Arbeitstitel: A07Geo). Dies ermöglicht den Gewinn von verknüpften Daten aus Lage/ Höhe, Wetter und geotechnischen Parametern wie Porenwasserdruck oder Erddruck. Mit dieser Datenlage sind weitreichendere Interpretationen der geotechnischen Gegebenheiten und Einflussgrößen möglich.

Das System A07 bietet eine kostengünstige Möglichkeit zur permanenten Überwachung geotechnischer Schwerpunktbereiche mit Warnmöglichkeit bei Überschreitung vordefinierter Grenzwerte. Der Zugang zu den Messwerten der einzelnen Systeme erfolgt online passwortgeschützt über einen von der Firma Alberding betriebenen Server.

2.1 A07Geo im Tagebau Welzow-Süd

Wasserzutritte in der Kopfböschung des offenzuhaltenden Randschlauches der Abraumförderbrückenkippe machten eine sofortige Überwachung der Kippenwasserstände erforderlich. Eine dauerhafte Überwachung eines Pegels mittels Fernwirktechnik war aufgrund der örtlichen Situation, insbesondere fehlender LWL-Anbindung, nicht kurzfristig realisierbar. Die sonst allgemein übliche Verfahrensweise zur Messung von nicht an die Fernwirktechnik angeschlossenen Pegeln war aufgrund der geotechnischen Bedingungen nicht anwendbar. Deshalb wurde in den vorhandenen Kip-

penpegel ein mit dem A07Geo verbundener Porenwasserdruckgeber in einer definierten Tiefe eingebaut. Mit dieser Messanordnung konnten nun im Intervall von minimal einer Stunde Daten gemessen und bewertet werden.



Abb. 1: A07Geo vor Ort



Abb. 2: Kopfböschung des offenzuhaltenden Randschlauches mit Brunnen, Pegeln und Standort A07Geo (rot)

Damit war ein schnelles und kontinuierliches Monitoring zur Wirksamkeit der niedergebrachten vier Brunnen in diesem Bereich möglich.



Abb. 3: Ganglinien Höhe und Porenwasserdruck, 25.11.2016 – 24.03.2017

Abb. 3 zeigt das deutliche Absinken des Wasserstandes innerhalb des ersten Monats und damit die Wirksamkeit der Brunnen. Die Höhenänderungen im Januar sind auf die Frostperiode zurückzuführen. Die Epochen, in denen keine Daten aufgezeichnet wurden, stellen Zeiträume dar, an denen aufgrund zu geringer Sonneneinstrahlung die internen Akkus über das Solarpaneel nicht ausreichend geladen wurden. Diese Zeiträume wurden durch Auswechseln der betroffenen Akkus und klassisches Laden mittels Ladegerät so kurz wie möglich gehalten. Aus geotechnischer Sicht stellten diese kurzen Datenausfälle kein Risiko dar.

2.2 A07 im Tagebau Reichwalde

Die Förderbrücke des Tagebaus Reichwalde hat im Jahr 2016 den Nordrandschlauch aufgeweitet und für die weitere Tagebautwicklung vorbereitet.

Im Dezember 2016 und Januar 2017 wurde die im Kohletiefschnitt gewinnbare Kohle im Bereich des Randschlauches gefördert. Zur vorhandenen F60-Kippe musste zur Gewährleistung der geotechnischen Sicherheit ein Kohlerestpfeiler stehen gelassen werden. Seitens des Bereiches Tagebausicherheit Tagebau Reichwalde wurde die Markscheiderei aufgefordert, definierte Punkte des Kohlerestpfeilers hinsichtlich möglicher Verschiebungen zu beobachten. In Zusammenarbeit beider Bereiche wurde deutlich, dass einzelne Messwerte pro Tag nicht ausreichend sind, um mögliche Gefährdungen frühzeitig erkennen zu können, so dass ein kontinuierlich messendes System zu installieren war. Aufgrund fehlender Strom- und LWL-Anbindung sowie der geotechnischen Bedingungen wurden auf dem geplanten Kohlerestpfeiler vier A07-Empfänger aufgebaut, die Referenzstation wurde auf der Rasensohle installiert, vergleiche Abb. 4.



Abb. 4: Position der Empfänger im Randschlauch

Im Bereich des Beobachtungspunktes A07-4 wurde der Tiefschnitt vom 13.01. – 15.01.2017 gewonnen. Abb. 5 zeigt die erfassten Bewegungen der vier Messpunkte für diesen Zeitraum.

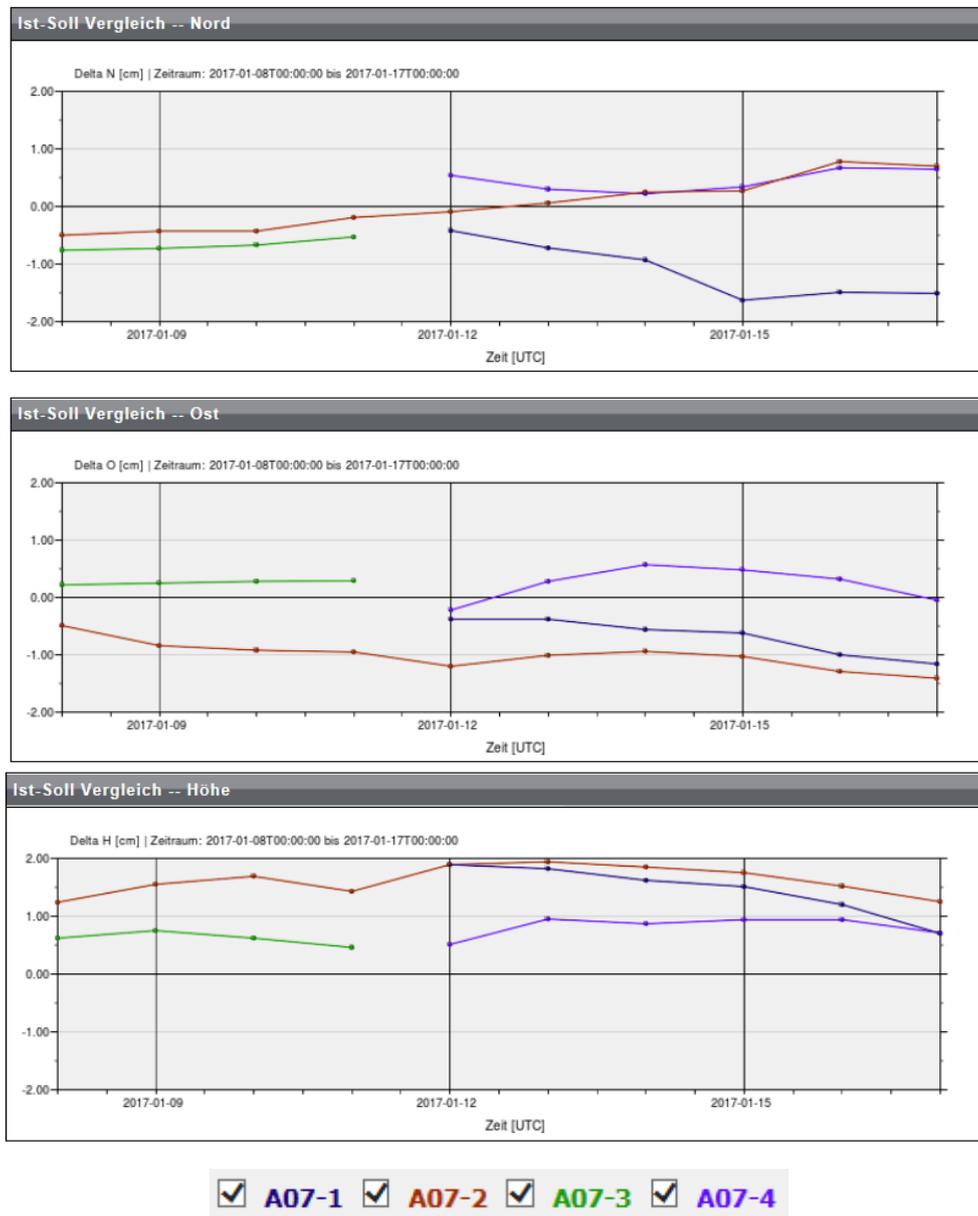


Abb. 5: Ganglinien Nord, Ost und Höhe, 08.01. – 17.01.2017

Die aufgezeichneten Verschiebungen der einzelnen Messpunkte liegen innerhalb der durch die Geotechnik erwarteten Grenzen, eine Gefährdung konnte ausgeschlossen werden.

3 UAV-Einsätze in geotechnischen Schwerpunktbereichen

Die Markscheiderei von LEAG hat für unterschiedliche Einsatzszenarien zwei UAV's im Bestand. Beim System Heighttech HT8-C180 handelt es sich um einen Oktokopter, der die Möglichkeit bietet, verschiedene Sensoren tragen zu können. Aktuell ist neben einer Kamera und einer Videokamera auch eine Wärmebildkamera im Einsatz bzw. letztere in der Erprobung.

Mit dem System DJI Phantom 4 ist weiterhin eine UAV im Einsatz, die auch im privaten Bereich Anwender findet.

3.1 Kontrolle Fließzunge im Tagebau Nochten

Aufgrund der Morphologie des Untergrundes und des verkippten Materials musste bei der Absetzerverkipfung des Südrandschlauches mit der Ausbildung einer Fließzunge gerechnet werden. Seitens des Sachverständigen wurde eine wöchentliche Kontrolle der Fließzunge entlang eines definierten Profils gefordert. Zur Realisierung dieser Forderung standen der Markscheiderei verschiedene Möglichkeiten zur Auswahl bzw. Verfügung.

Durch technische Umrüstungen war es zunächst möglich, mittels der am Absetzer befindlichen Scanner das geschüttete Gelände zu erfassen. Die Reichweite der Scanner beträgt hierbei etwa 600m ab Abwurfpunkt. Die Scannerdaten wurden durch die Markscheiderei mit der Profillinie verschnitten, diese wurde dem Sachverständigen übergeben.

Weiterhin war eine Messung der Profilpunkte durch den operativen Außendienst der Markscheiderei mittels Tachymeter möglich. Dies konnte nur realisiert werden, wenn der Absetzer in anderen Strossenbereichen arbeitete, da der Randschlauch ein temporäres Sperrgebiet ist, sobald der Absetzer in diesem Bereich arbeitet. Ferner kann die Fließzunge selbstverständlich nicht betreten werden, so dass mittels reflektorloser Messung unter einem sehr hohen Zeitaufwand die Profillinie zu erfassen ist.

Eine recht einfache Möglichkeit zur Erfassung der Profillinie bietet sich mittels photogrammetrischer Auswertung. Der benannte Bereich wird im Rahmen der Regelbefliegungen aller 4 Wochen befliegen und ausgewertet.

Ergänzend wurde eine Erfassung der Fließzunge mittels UAV realisiert. Zum Einsatz kam hierfür der Oktokopter der Firma Heighttech. Zur Erfassung der Fließzunge wurden fünf Passpunkte bestimmt und ca. 500 Fotos erstellt. Die Auswertung erfolgte in AgiSoft, das Profil wurde mit MicroStation aus der in AgiSoft berechneten Punktwolke erstellt.

Im Vergleich der Profile UAV zu Scanner am Absetzer, siehe Abb. 6, zeigt sich zum einen, dass im betrachteten Zeitraum durch den Absetzer Material verkippt wurde. Deutlich wird aber auch die Grenze des Scanners, der Abschattungen unterliegt und damit nicht immer ein vollständiges Profil messen kann.

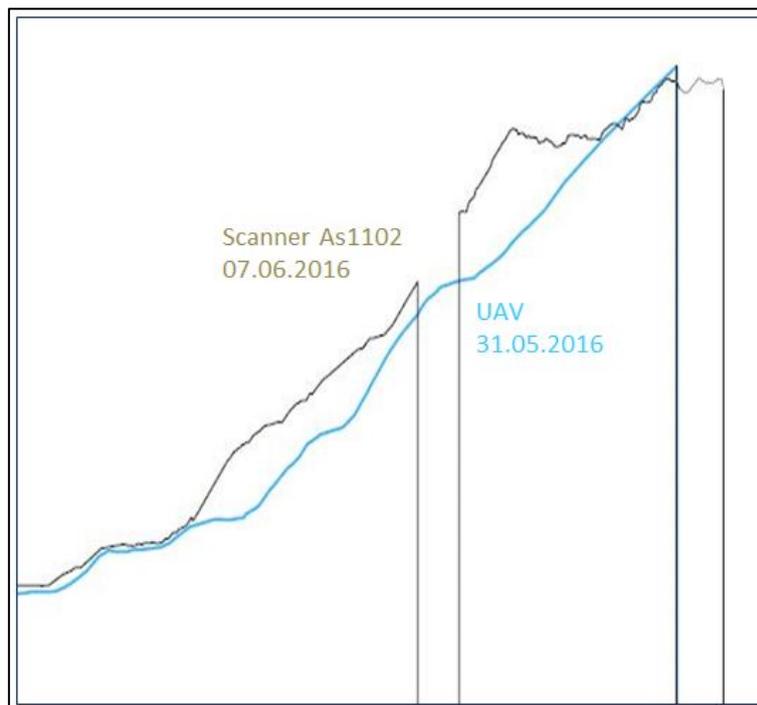


Abb. 6: Vergleich Profillinien UAV – Scanner am Absetzer As1102

Bezüglich des Einsatzes von UAV's ist für beide bei LEAG verfügbare Systeme festzustellen, dass unter bestimmten Voraussetzungen sehr gute Ergebnisse erzielt werden können. Einschränkend auf die Anwendbarkeit sind hauptsächlich die verfügbare Akkuleistung und damit die Größe des zu befliegenden Objektes. Für spezielle geotechnische Fragestellungen können mit beiden Systemen hinreichend genaue Informationen (Genauigkeit im Zentimeterbereich) in kurzer Zeit zur Verfügung gestellt werden.