

2018

Steckbriefliche Zusammenfassung von Projektergebnissen im Rahmen des Projektes Vita-Min

Machbarkeitsstudie zur Nutzung multi- und hyperspektraler Verfahren für Kippenzustandsbeschreibung und Tagebaurestseemonitoring (Teilprojekt 2.7)



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Halo Nachbar.
Interreg V A / 2014–2020



Einführung, Hintergrund und Zielstellung

Der jahrhundertelange Rohstoffabbau hinterließ zahlreiche Halden und Kippen sowie große Hohlräume oder Restlöcher, die eine Rekultivierung und Sanierung der Bergbaulandschaft erforderlich machen. Doch auch nach der Sanierung können Schwermetalle oder andere Schadstoffe ausgewaschen werden.

Um effektiv Gegenmaßnahmen ableiten zu können, ist eine genaue Kenntnis der Prozesse und des Ist-Zustandes und der weiteren Entwicklung erforderlich. Dies ist unter anderem die Aufgabe von modernen Monitoringmaßnahmen. Eine Möglichkeit, diese in Zukunft noch effektiver zu gestalten, ist der Einsatz von **Fernerkundung**.

Fernerkundung: Ist eine Methode zur berührungsfreien Erkundung von Oberflächen. Dabei wird mittels technischer Hilfsmittel (befestigt an z.B. Satelliten, Flugzeugen und Drohnen) die ausgestrahlte und reflektierte Strahlung gemessen.

Speziell die abbildende Spektroskopie unter Einsatz hyperspektraler und multispektraler Verfahren gewinnt immer mehr an Bedeutung. Dafür kommen Satelliten oder Drohnen als Plattform mit entsprechender bildgebender Ausrüstung zum Einsatz.

In der vorliegenden Studie wurden zum einen die Möglichkeiten der Fernerkundung hinsichtlich der Detektion von Schadstoffen und zum anderen das Potential dieser Methode für ein ergänzendes Monitoring für Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) abgeschätzt. Folgende Schwerpunkte wurden im Detail bearbeitet:

- Recherche zu Möglichkeiten der Fernerkundung zur Überwachung von Oberflächengewässern
- Erarbeitung einer Spektralbibliothek bergbaurelevanter Elemente und Verbindungen
- Erstellung eines Umsetzungskonzepts zur Überwachung von Oberflächengewässern vor dem Hintergrund bergbaubeeinflusster Gewässer und der europäischen Wasserrahmenrichtlinie
- Testbefliegung zur ersten Validierung und Spezifizierung der theoretisch erarbeiteten Ergebnisse
- Heutige Grenzen der Fernerkundung für das Monitoring bergbaugeprägter Gewässer

Methodik

Die Arbeiten erfolgten in zwei Phasen: der Konzept- und der Testphase. In der ersten Phase wurde eine umfangreiche, internationale Literaturrecherche mit dem Ziel, den Kenntnisstand zur Thematik zu erfassen, durchgeführt. Hierfür wurde auch auf die Erfahrungen des Auftragnehmers zurückgegriffen, der selbst bereits Studien zur Thematik auf tschechischer Seite durchgeführt hat. Basierend auf den Ergebnissen der Recherche und der Expertise wurden eine Spektralbibliothek sowie ein Umsetzungskonzept für Monitoring unter Nutzung hyper- und multispektraler Fernerkundung erstellt.

Spektralbibliothek: Ist eine Datenbank, die substanzspezifische Spektren enthält, das heißt Informationen über den Reflexionsgrad von Substanzen.

Multi- und hyperspektrale Bildgebung: Multispektrale Bilddaten sind Datensätze, die Informationen innerhalb spezifischer Bereiche des elektromagnetischen Spektrums (Wellenlängenbereiche des Lichts) enthalten. Sie werden mit Multispektralkameras erstellt. Demgegenüber stehen hyperspektrale Bilddatensätze, die Informationen über sehr viele, enge, kontinuierliche Kanäle des elektromagnetischen Spektrums enthalten. Sie werden mit Hyperspektralkameras erstellt.

Die Spektralbibliothek kann in der Zukunft als Möglichkeit verstanden werden, als externe Klassifizierungsoption von fernerkundlich gewonnenen Spektraldaten zu dienen. Sie besteht aus einer Liste von Indikatormineralen, denen (soweit bekannt) ein repräsentatives Spektrenprofil zugeordnet ist. Das Umsetzungskonzept beschreibt wissenschaftliche Grundlagen, Aufwand und generelles Vorgehen für eine automatisierte Analyse von Fließgewässern, Tagebaurestseen oder Halden mithilfe fernerkundlicher (hyper- und multispektraler) Daten unter sächsischen Gegebenheiten. Die großflächige und kontaktlose Messung wäre eine Chance Schadstoffe (z. B. in Gewässern) flächendeckend und zeitsparend im Vergleich zu alternativen Methoden zu erfassen. Diese Methode kann auch in unzugänglichen Gebieten eingesetzt werden und bietet eine Unterstützung für die Verursachersuche und die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Unterstützung der Arbeiten im Zusammenhang mit der Umsetzung der WRRL.

In der zweiten Phase wurden die Ergebnisse aus Spektralbibliothek und Umsetzungskonzept mittels Testbefliegungen über anspruchsvollem Terrain hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit auf die Probe gestellt (vgl. Abbildung 1). Für den Einsatz der Hyperspektral- und Multispektralkameras wurden eine Drohne (Hexacopter) und ein Nurfleger als Plattform eingesetzt. Ziel der Aufnahmen war es, den Grundwasserzutritt sowie die Eisenverteilung im Tagebaurestsee Bernsteinsee und im Dubringer Moor zu bestimmen. Für eine fundierte Auswertung der Aufnahmen wurden eine Befliegung im Sommer und eine im Herbst durchgeführt.

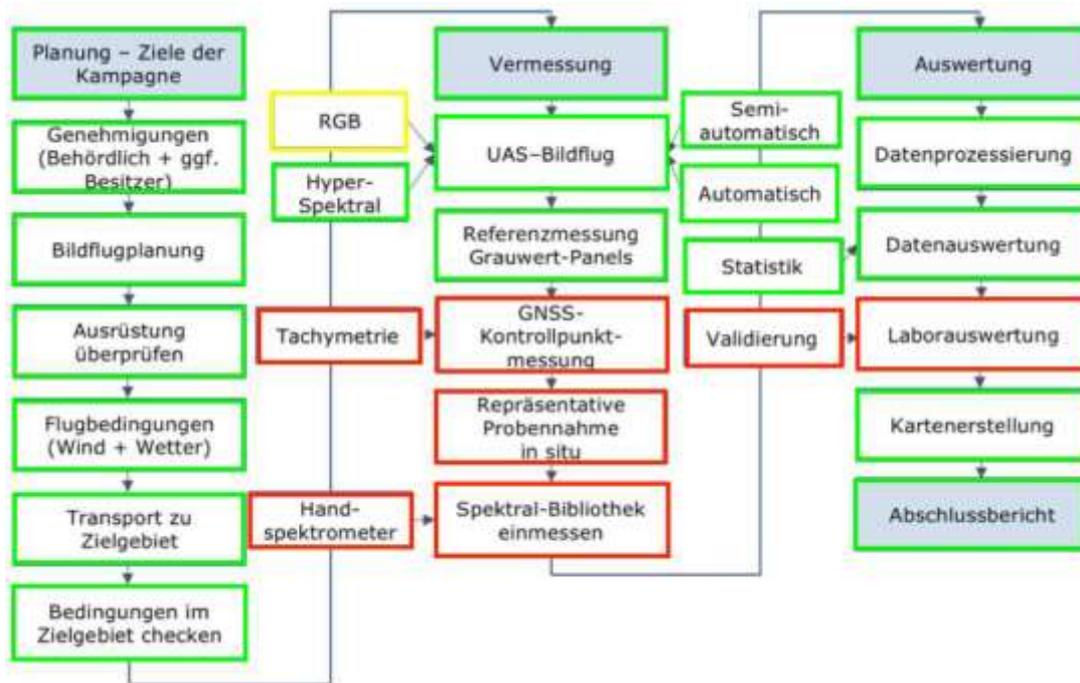


Abbildung 1: Arbeitsablauf einer UAS (unmanned aerial system)-gestützten Befliegung wie sie im Projekt durchgeführt wurde (grün)

Ergebnisse und Diskussion

Die bedeutsamste Erkenntnis der Testbefliegungen ergab sich aus den Auswertungen der Daten des Bernsteinsees. Hier wurde unter anderem ein **Eisenindex** bestimmt, um zu überprüfen, ob die charakteristische Eisenbelastung der Oberflächengewässer in der Lausitz über die Fernerkundung detektiert werden kann.

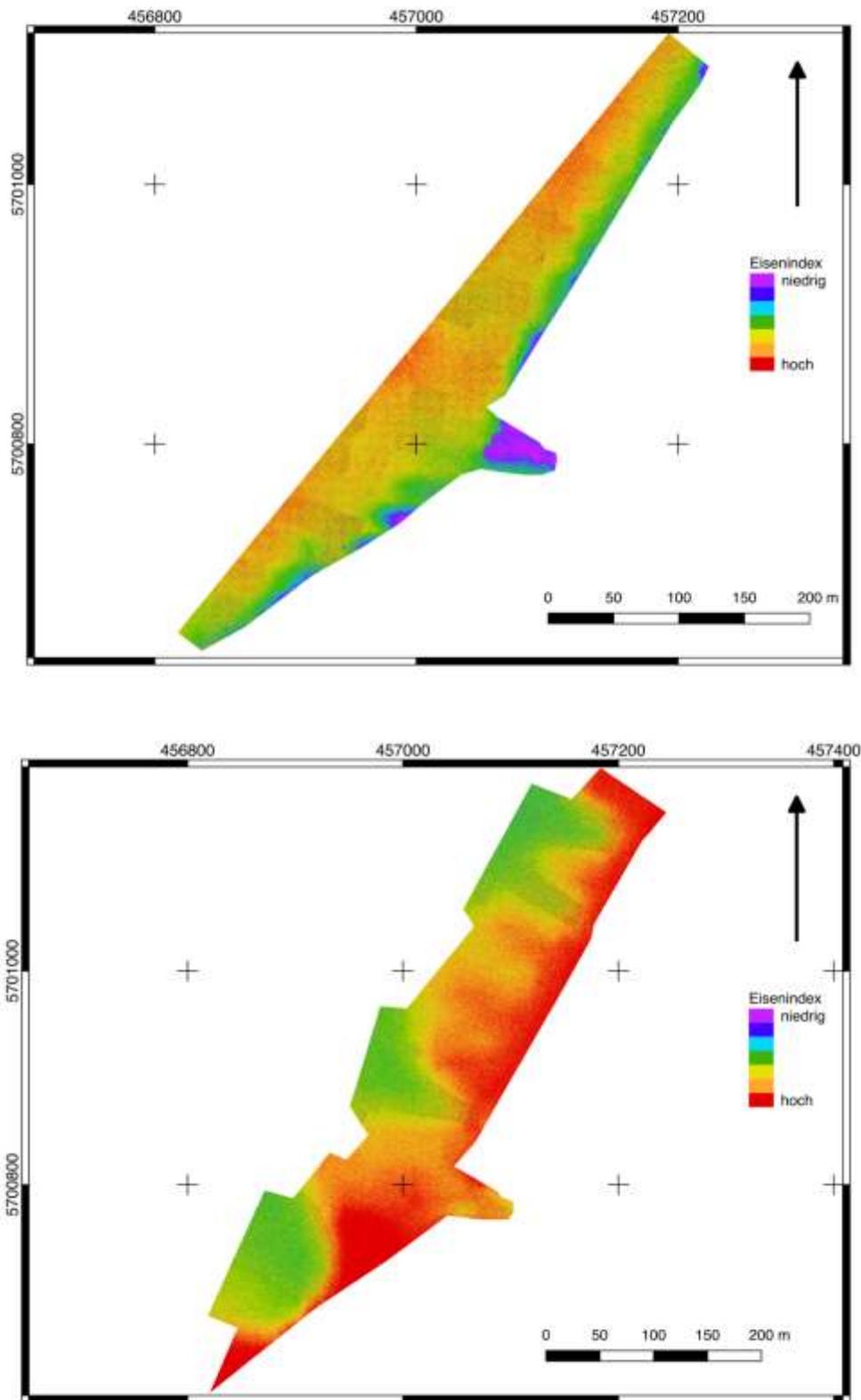


Abbildung 2: Falschfarbendarstellung des Eisenindex am südöstlichen Ufer des Bernsteinesees im August 2018 (oben) und im Oktober 2018 (unten). Aufgenommen mit einer Multispektralkamera

Eisenindex: Der Eisenindex ist eine Kennung für die Höhe des Eisengehalts. Er gibt an, ob wenig oder viel Eisen im untersuchten Gebiet vorkommt. Er ergibt sich aus dem Vergleich des gemessenen Spektrums im Feld mit den Spezifika der Spektren von Eisenmineralen.

Es ist bekannt, dass aus dem Speicherbecken Lohsa II mit Eisen belastetes Wasser über ein Rohr Richtung Nordwesten in den sich anschließenden Bernsteinsee fließt. Mittels der mit Multispektralkamera aufgenommenen Bilder lassen sich die Unterschiede der Wässer hinsichtlich des Eisenindex gut nachvollziehen. Abbildung 2 zeigt die südöstliche Wasserfläche des Bernsteinsees zu den Testbefliegungen im Sommer und Herbst mit dem Einmündungsbereich. Sowohl im Sommer als auch im Herbst zeigt sich ein geringerer Eisenindex des zuströmenden Wassers aus Lohsa II, der im Sommer stärker ausfällt. Weiterhin scheint die Durchmischung des Wassers im Sommer stärker zu sein als im Herbst. Es ist allerdings festzuhalten, dass die Studie eine Vielzahl von praktisch relevanten Problemen identifizieren konnte, die bei künftigen Untersuchungen zu beachten sind. Zu nennen ist im Zusammenhang mit der Abbildung 2 der Einfluss des Wetters auf die Qualität der Ergebnisse. Im Herbst 2018 herrschten am Tag der Geländearbeit ein relativ niedriger Sonnenstand, leichter Wind und leichter Regen. Besonders ersteres kann zu Reflexionen auf der Wasseroberfläche und damit technischen Artefakten im Bild führen. In Abbildung 2 wird dies durch die „Ausläufer“ höheren Eisenindex vom Ufer aus deutlich.

Zwar kann der Effekt (Unterschiedlichkeit des Wassers abgeleitet aus dem Eisenindex) mit der Multispektralkamera nur an der Oberfläche des Sees dargestellt werden, doch kann mit Hilfe von Thermalkameras zumindest der Grundwasserzutritt und die Bewegung des Grundwassers auch in tieferen Schichten gezeigt werden. Die Detektion von Grundwasserzutritten in Oberflächengewässer kann vor dem Hintergrund der Spezifika des Schadstofftransports (z.B. von Eisenverbindungen) in der Lausitz von Bedeutung sein.

Zusammenfassung und Ausblick

Mit Hilfe der Fernerkundung, speziell Drohnen und eingebauten multispektralen-, hyperspektralen-, RGB- und Wärmebildkameras, lassen sich vielfältige Informationen aus der Landschaft ziehen. Die Studie konnte zeigen, dass in Sachsen unter Nutzung dieser Technik Daten oder Aussagen zu Relief, Wasserbewegung, Chemosismus, Pflanzengesundheit und weiteren getroffen werden können. Im Gegensatz zu herkömmlichen Techniken wie Messstationen, ermöglicht sie flächenhafte Informationen. Da es sich um eine innovative Methode handelt, sind die geschätzten Kosten derzeit noch mit einigen Unsicherheiten behaftet.

Klar wird durch die Studie allerdings auch, dass das Ersetzen herkömmlicher Mess- und Monitoringtechnik vorerst eine Vision bleibt. Dies entspricht allerdings auch nicht dem Anspruch von Fernerkundung. Vielmehr sollte die Methode als sinnvolle Erweiterung des bestehenden Repertoires verstanden werden, um räumliche Zusammenhänge besser verstehen zu können.

Die Studie hat einige vielversprechende Ansätze aufgezeigt (z.B. das Monitoring von Grundwasserzutritten in Gewässern über Temperaturgradienten). Ausgehend davon scheint es lohnenswert, die Thematik weiter zu verfolgen und die praktische Nutzung parallel zum Forschungsfortschritt weiter zu überprüfen. In der Zukunft könnte es nützlich sein, die Synergie von herkömmlichen Messungen und Fernerkundung vertiefter zu untersuchen. Dabei sollten die Ergebnisse der Fernerkundung auch mithilfe der konventionellen Messtechnik überprüft werden, was in dieser Studie aus zeitlichen und finanziellen Gründen nicht möglich war.

Impressum

Herausgabe:

Dieser Steckbrief wurde im Rahmen des Projekts Vita-Min erstellt. Das Projekt Vita-Min wurde aus Mitteln des europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Kooperationsprogramm SN-CZ 2014-2020 finanziert. Die Projektpartner sind das sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Leadpartner), die Stadtverwaltung Oelsnitz/Erzgeb. und die Verwaltungsbehörde des Bezirks Ústecký kraj.

Alle Teilprojekte des LfULG tragen zum Leitprojekt „Für saubere Gewässer in Sachsen“ bei.

Für Fragen und weitere Informationen zu diesem Teilprojekt kontaktieren Sie:

Ansprechpartner

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Ansprechpartner: Frau Kathleen Lünich

Telefon: + 49 351 88928 4420

E-Mail: Kathleen.Luenich@smul.sachsen.de

Bearbeitung:

Die Ergebnisse dieses Teilprojekts wurden im Rahmen einer Vergabe vom LfULG durch das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie erarbeitet.

Titelfoto:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2018): Drohne im Anflug über dem Bernsteinsee.

Redaktionsschluss:

22.03.2019

Weitere Informationen finden Sie unter
www.vitamin-projekt.eu