

Einsatz von Laserscandaten in der geologischen Erkundung

KONRAD SCHUBERTH & IVO RAPPSILBER

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Straße 38, 06118 Halle (Saale)

Schlüsselwörter: Digitales Geländemodell, Laserscanning, Geologische Landesaufnahme, Geophysik, Sachsen-Anhalt
Keywords: digital terrain model, laser scanning, geological mapping, geophysics, Saxony-Anhalt

Kurzfassung

Es ist erfreulich, dass das vor wenigen Jahren noch exklusive und teure Laserscanning qualitativ rasant weiterentwickelt wurde, und dies bei fallenden Preisen pro Flächeneinheit. Für die geologische Landesaufnahme im Maßstab 1:25.000 sowie für ingenieurgeologische Anwendungen bietet das Digitale Geländemodell (DGM) vielfältige Nutzungsmöglichkeiten. Traditionelle Methoden werden ergänzt und z. T. ersetzt, völlig neue Anwendungen haben sich eröffnet. Nach der Erfindung von Böschungsschraffen, Höhenlinien und Luftbild-Stereophotogrammetrie ist das DGM die vierte Revolution in der Relieferfassung und -darstellung. Die Nutzung des digitalen, flächenhaften Höhentepichs ist aus dem Methodenspektrum von geologischer Kartierung und angewandter Geologie nicht mehr wegzudenken. Das wird mit einer Reihe von Beispielen aus der Praxis des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB) gezeigt.

Abstract

The method of laser scanning has developed very fast in the last years. The prices have decreased rapidly. The Digital Terrain Model (DTM) can be used for geological mapping and engineering geology. It completes traditional methods and enables a lot of new interpretations. The DTM is the fourth revolution in mapping and presentation of the relief after the invention of slope hachures, isohypses and aerial stereo photogrammetry. The use of the “digital extensive carpet” is essential for geological mapping and applied geology. This is shown here with a number of examples from practice of the Office of Geology and Mining of Saxony-Anhalt (LAGB).

1. Vorbemerkungen

Mit der Gründung des Geologischen Landesamtes Sachsen-Anhalt 1991 wurde auch die seit etwa 25 Jahren brachliegende

geologische Kartierung im Maßstab 1:25.000 wieder aufgenommen. Regionale Schwerpunkte lagen zunächst im Umland von Halle sowie in den strukturschwachen Regionen der Altmark und der unteren Schwarzen Elster (Raum Jessen–Annaburg). Gegenwärtig konzentriert sich die Arbeit der seit 2002 im LAGB aufgegangenen Behörde weiterhin auf die Altmark (Raum Klötze) sowie auf das Gebiet an der unteren Unstrut (Querfurt, Nebra, Freyburg).

Für kartierende Geologen sind detaillierte Reliefinformationen von hoher Relevanz. Sie ermöglichen nicht nur die Orientierung in oft unübersichtlichem, weglosem Gelände, sondern geben vor allem auch Hinweise auf mögliche Aufschlusspunkte (z. B. alte Steinbrüche, Pingen, Steilkanten, Halden, Hohlwege). Darüber hinaus lassen sie oftmals Rückschlüsse auf Verbreitungsmuster von Gesteinen zu, da deren unterschiedliche Verwitterungsanfälligkeit häufig zur Ausprägung ganz charakteristischer Geländeformen führt.

Schon im Vorfeld der Kartierung wird die Reliefanalyse für die Erstellung geologischer Konzeptkarten und die Planung der Geländearbeiten genutzt (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE GEOLOGIE 2002). Wichtigstes Hilfsmittel sind dabei amtliche topographische Daten. Die geologische Kartierung für den Maßstab 1:25.000 erfolgt im Aufnahmemaßstab von 1:10.000. Genutzt wird dabei seit einiger Zeit die Digital geführte Topographische Karte (DTK10). Die Qualität dieses erst in der vergangenen Dekade auf den Markt gekommenen Produkts aber enttäuscht in mancherlei Hinsicht. Während



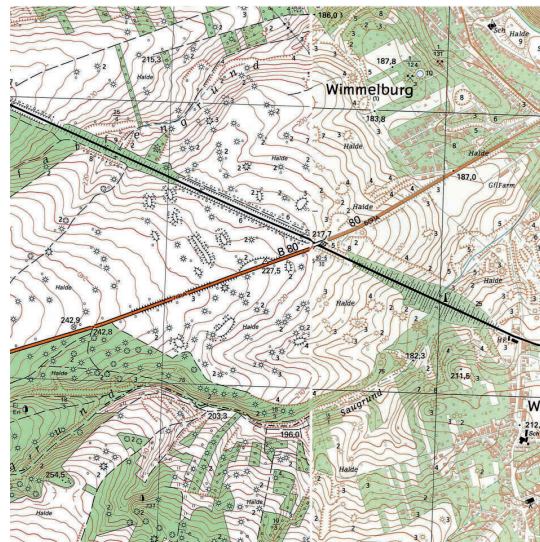
Schrägluftbild, Blick nach Norden
(Thomae, 30.08.2011)



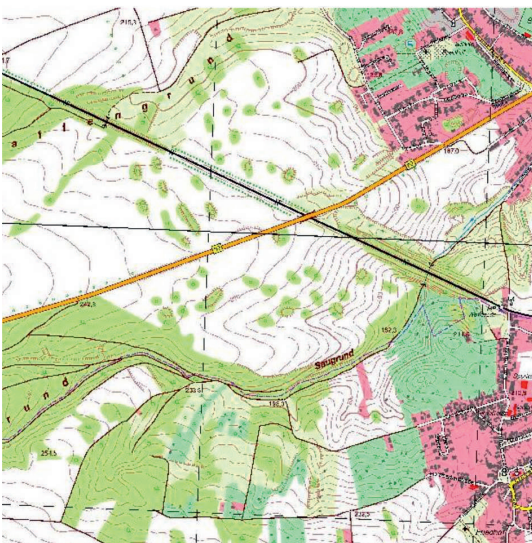
Karte des Deutschen Reiches
1:100.000 (1936)



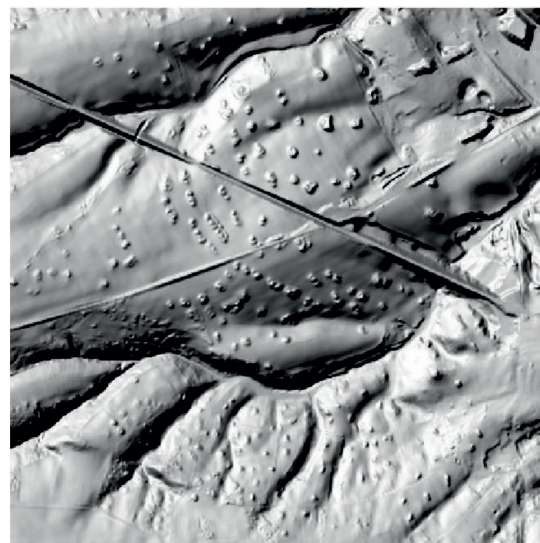
Meßtischblatt
1:25.000 (1904)



Topographische Karte TK10
1:10.000 (1995)



Topographische Karte DTK10
1:10.000 (2006)



Digitales Geländemodell
DGM1

die Siedlungsdarstellung mit filigranen Gebäudegrundrissen punktet, ist die freie Landschaft von Detailinformationen fast leergefegt. Die Äquidistanzen der Höhenlinien unterschreiten nicht 2,5 Meter und bieten so, besonders in schwach reliefierten Gebieten (wie in Auen und Niederungen), keinerlei Informationen zum Feinrelief. Durch Signaturen darstellbare Reliefkleinformen, besonders unter Wald, fehlen. Wie drastisch der Informationsverlust ist, zeigt Abb. 1 am Beispiel der Kleinhaldenlandschaft bei Wimmelburg und Wolferode. Die DTK10 verzichtet unter Wald komplett auf die Haldendarstellung und dünnt selbst auf Acker nicht systematisch generalisierend, sondern scheinbar willkürlich aus. Die präzise Reliefdarstellung der TK10 der 1990er Jahre wird nicht mehr annähernd erreicht. Angesichts der Tatsache, dass selbst in dem kleinmaßstäbigeren Meßtischblatt (1:25.000), ja sogar in der Karte des Deutschen Reiches (1:100.000) die Haldenlandschaft auch unter Wald dargestellt war, muss die Reliefdarstellung der DTK10 als Tiefpunkt der deutschen Kartographie der vergangenen 100 Jahre eingeordnet werden. Dies ist sicher auch eine Folge massiver Automatisierung und drastischen Stellenabbaus in den Landesvermessungsämtern. Bei allen Vorteilen der digitalen Angebote, von der Blattschnitt- und Maßstabsfreiheit bis hin zu vereinfachter Laufendhaltung und vielfältigen nutzergerechten Kombinationen einzelner thematischer Ebenen: Für den auf die Reliefinformation angewiesenen Geowissenschaftler, und das sind nicht nur Geologen und Geomorphologen, ist der gegenwärtige Zustand äußerst unbefriedigend.

Mit dem aus Laserscanning-Daten gewonnenen DGM wären die Voraussetzungen für die Rückkehr zu einer präzisen und detaillierten Reliefdarstellung mit einer noch niemals zuvor erreichten Qualität gegeben. Umso betrüblicher ist es, dass man die Äquidistanzen nur auf 1 m-Abstände verringern wird und zudem nicht beabsichtigt, das umfangreiche Kleinformen-Inventar der Vergangenheit wieder zur Darstellung zu bringen. Trotzdem: Die Herstellung des landesweiten DGM, maßgeblich auf Initiative des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt auf den Weg gebracht, ist eine beachtliche Leistung und im Bundesvergleich durchaus keine Selbstverständlichkeit!

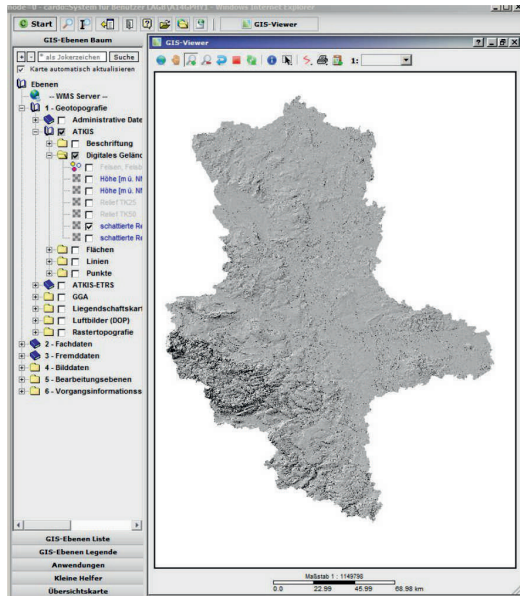
Durch die aus sachlichen Gründen nicht nachvollziehbare Gebührenpolitik (ein mit öffentlichen Mitteln hergestelltes Produkt steht nicht einmal den Landesbehörden kostenfrei zur Verfügung!) konnten die DGM1-Daten nur schrittweise vom LAGB erworben werden. Inzwischen liegen sie flächendeckend vor.

Das DGM5 steht jedem Mitarbeiter des LAGB über einen GIS-Viewer (cardo) als flächendeckendes Schattenrelief zur Verfügung, für das Gebiet des Harzes mit seiner randlich starken Zertalung sogar in zwei unterschiedlichen Überhöhungen. Das kontinuierlich zoombare Reliefbild kann mit weiteren topographischen Ebenen (ATKIS) sowie mit Fachdaten (geologische Einheiten, Bergbauflächen, Schutzgebiete u. v. a.) überlagert werden (Abb. 2). Die visuelle Interpretation des DGM ist für verschiedene Anwendungsfelder nutzbar, von denen einige nachfolgend exemplarisch beleuchtet werden sollen.

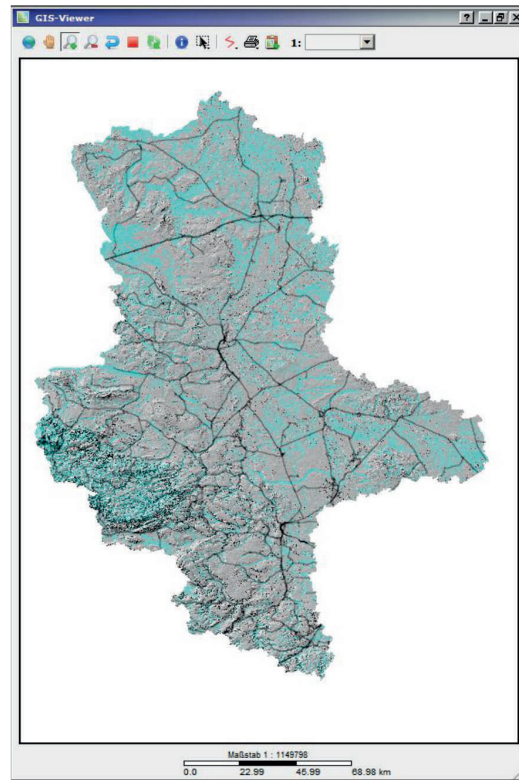
Abb. 1 Das von Kupferschieferhalden geprägte Kleinrelief westlich vom Wimmelburg im Vergleich von Luftbild, Karten und DGM.

Die DTK10 stellt wichtige Reliefelemente nicht mehr dar, die selbst in historischen Karten der Maßstäbe 1:25.000 und 1:100.000 noch vermerkt waren. Mit dem DGM1 steht eine präzise, fotorealistische Darstellung zur Verfügung.

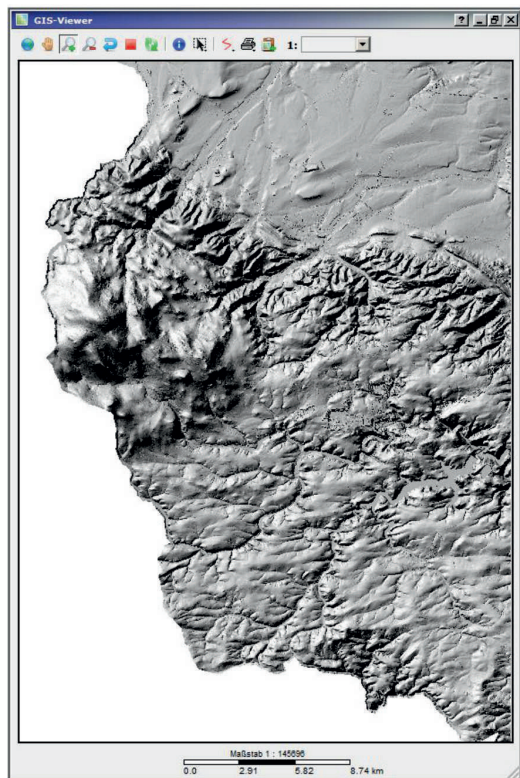
(TK10, DTK10, DGM: Darstellung auf Grundlage von Rasterdaten u. ATKIS-DGM © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112])



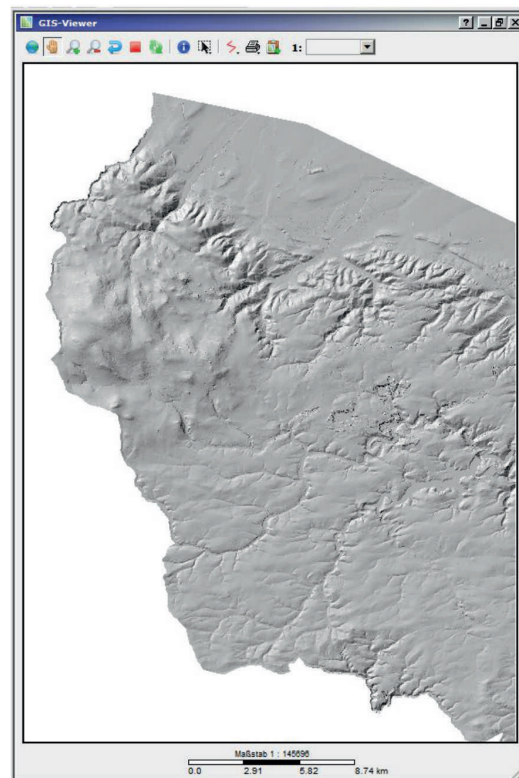
DGM5 als Schattenrelief im cardo-viewer des LAGB



DGM5 mit Straßen- und Gewässernetz

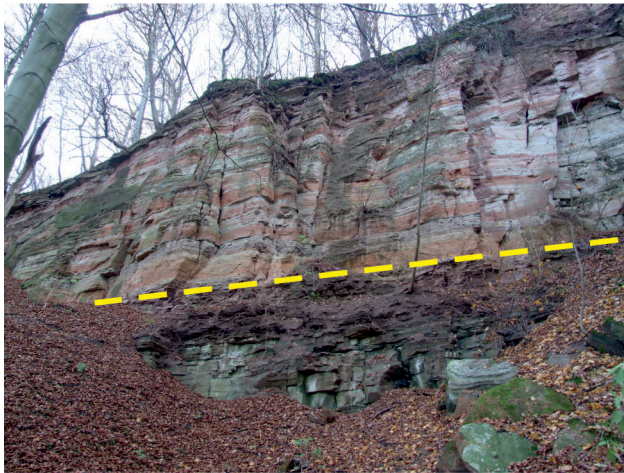


DGM5-Schattenrelief Harz
(stark überhöht)

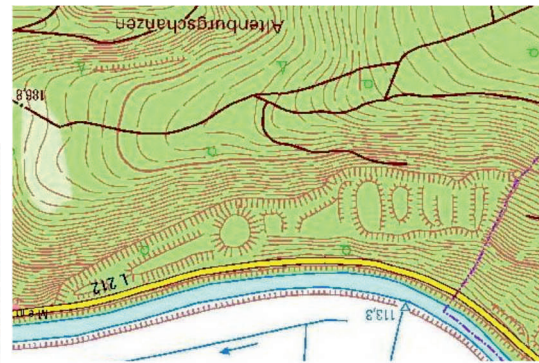


DGM5-Schattenrelief Harz
(schwach überhöht)

Abb. 2 DGM5 als Schattenrelief im cardo-viewer des LAGB mit verschiedenen Überlagerungsebenen und Überhöhungen. (ATKIS-DGM: Darstellung auf Grundlage von Rasterdaten u. ATKIS-DGM © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112])



Blick in einen der Steinbrüche mit markierter Grenze Mittlerer/Unterer Buntsandstein



DTK10 (Süden oben)



DGM0,5 (Süden oben)
(Landesamt für Denkmalpflege u.
Archäologie Sachsen-Anhalt)

Abb. 3 Ehemalige Sandsteinbrüche bei GroßWangen. Das DGM ermöglicht eine sichere Orientierung und topographisch präzise geologische Kartierung in dem kleinteiligen, unübersichtlichen Gelände. (ATKIS: Darstellung auf Grundlage von Rasterdaten u. ATKIS-DGM © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112]; DGM-0,5: LDA Sachsen-Anhalt)

2. Präzisierung der Topographie und Orientierung im Gelände

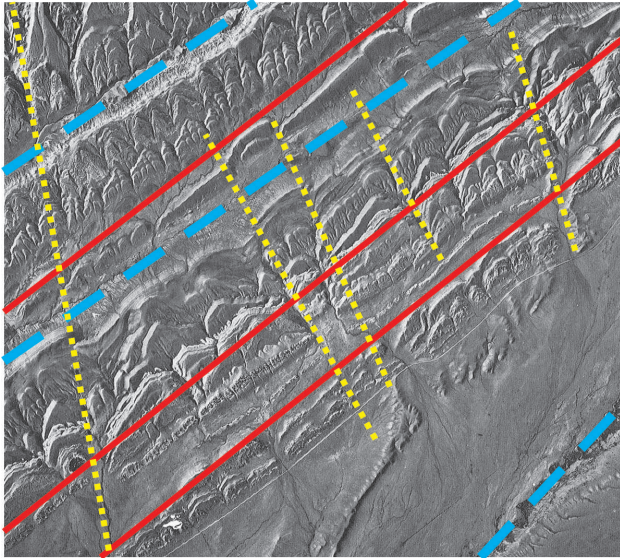
Die südlich der unteren Unstrut bei GroßWangen gelegenen Altsteinbrüche erschließen die stratigraphisch wichtige, nach Osten einfallende Grenze zwischen Mittlerem und Unterem Buntsandstein. Die ausnahmsweise recht detaillierte Reliefdarstellung der DTK10 reicht für eine präzise Orientierung in dem bewaldeten, verbuschten, durch Halden- und Tiefbereiche gekennzeichneten Gelände nicht aus. Baumüberschirmung und steile Felswände behindern zudem den Empfang von GPS-Signalen. Das DGM (hier DGM0,5 des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, LDA) macht feinste Reliefdetails sichtbar. Im Bereich der an die Steinbrüche angrenzenden Hochfläche (Gebiet der ehemaligen „Alten Burg“) ist ein System von Wällen und Hohlwegen sichtbar,

das kartographisch nicht fixiert ist, aber für das Auffinden potentieller Aufschlüsse durchaus Relevanz hat (Abb. 3).

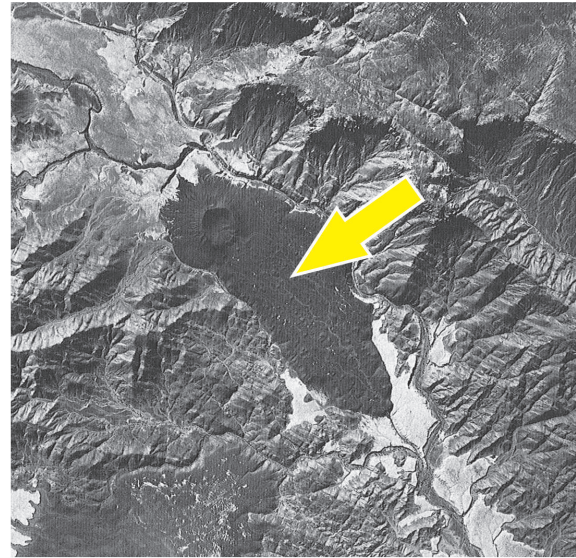
Das bereits betrachtete Kleinhaldenrelief bei Wimmelburg musste selbst in der detaillierten TK10-Darstellung von 1995 stellenweise generalisiert werden. Das DGM ist detailreicher und löst als Geländerücken dargestellte Formen in Einzelhalden auf. Es zeigt sämtliche Kleinformen in einer nie zuvor erreichten, fotorealistischen Weise. Generalisierung des DGM erfolgt allenfalls technisch bedingt, durch die Wahl der Aufnahmeparameter bzw. im Nachgang der Befliegung bei der Datenverarbeitung (Abb. 1).

3. Geomorphologisch-geologische Reliefinterpretation

Wohl jeder in Deutschland außerhalb der



Panchromatisches Luftbild Wyoming (KRONBERG 1984, nach U.S.G.S.; ergänzt).
Schichtkämme aus „harten“ Kalk- und Sandsteinen (rote Linien), Täler in „weichen“ Tonsteinen (blaue gerissene Linien), Nebenflüsse entlang von Klüftzonen (gelbe Punktlinien).



Panchromatisches Luftbild Tschad (KRONBERG 1984, nach I.G.N.; ergänzt).
Vulkankegel, Flachrelief aus dunklen Lavaströmen (Pfeil) auf zertalten metamorphen Gesteinen.

Abb. 4 Aride Gebiete im panchromatischen Luftbild. Vegetationslose Gebiete lassen oft schon an Hand der Morphologie lithologisch-tektonische Interpretationen zu (KRONBERG 1984, ergänzt).

Felszonen der Alpen kartierende Geologe blickt voller Neid auf Fachkollegen, die in ariden Gebieten tätig sind. Dort sorgt das Fehlen einer das Gelände kaschierenden Vegetationsdecke für einen direkten Zugang zu den Reliefformen. Luft- und Satellitenbilder gestatten eine einzigartige Zusammenschau. Die Verbreitung von Kamm- und Tiefenlinien, die Form der Hänge oder deutlich sichtbare Geländekanten lassen schon im Vorfeld von Geländearbeiten geologisch-tektonische Interpretationen zu (Abb. 4). Im weitflächig agrarisch- und forstlich genutzten Sachsen-Anhalt sind derartige luftbildbasierte Auswertungen erschwert oder völlig unmöglich.

Das DGM1 nun entblößt auf einzigartige Weise das Relief der Forstflächen von ihrem Baumbestand. Dem Betrachter bietet sich eine „digitale Wüste“. So wird im südlichen Ziegelrodaer Forst, westlich von Querfurt ein filigran gestuftes Relief sichtbar (Abb. 5). Dem Geländebeobachter würden hier bestenfalls die größeren Geländestufen ins Auge fallen. Aber selbst sie lassen sich in dem oft durch

starken Unterwuchs gekennzeichneten Forst nur schwer weiterverfolgen. Es handelt sich um Ausstrichbereiche unterschiedlich verwitterungsanfälliger Gesteine des Mittleren, ganz im Westen auch des Unteren Buntsandsteins. Stufenbildner sind vor allem die Sandsteine. Schluff- und Tonsteine dagegen tendieren zur Bildung flacher Hangbereiche. Ist eine Schichtgrenze einmal im Gelände identifiziert, ermöglicht das DGM ihre weiträumige und sichere Fixierung. Selbst östlich des Forstes paust sich auf den mit mehreren Metern Löss bedeckten Acker-Hochflächen das Buntsandstein-Relief noch schwach bis zur Oberfläche durch. Ein Effekt, der weder in topographischen Karten darstellbar ist, noch im Gelände beobachtet werden konnte. Die Informationen aus dem DGM helfen, Feldarbeiten zu optimieren und den Zeitaufwand zu reduzieren.

Der Bartenslebener Forst bei Morsleben ist das aktivste Röt-Karst-Gebiet von Sachsen-Anhalt. Die Gipse und Salze des Oberen Buntsandsteins (Gips 3 bzw. Salinarröt) sind noch immer einer schleichenden Subrosion

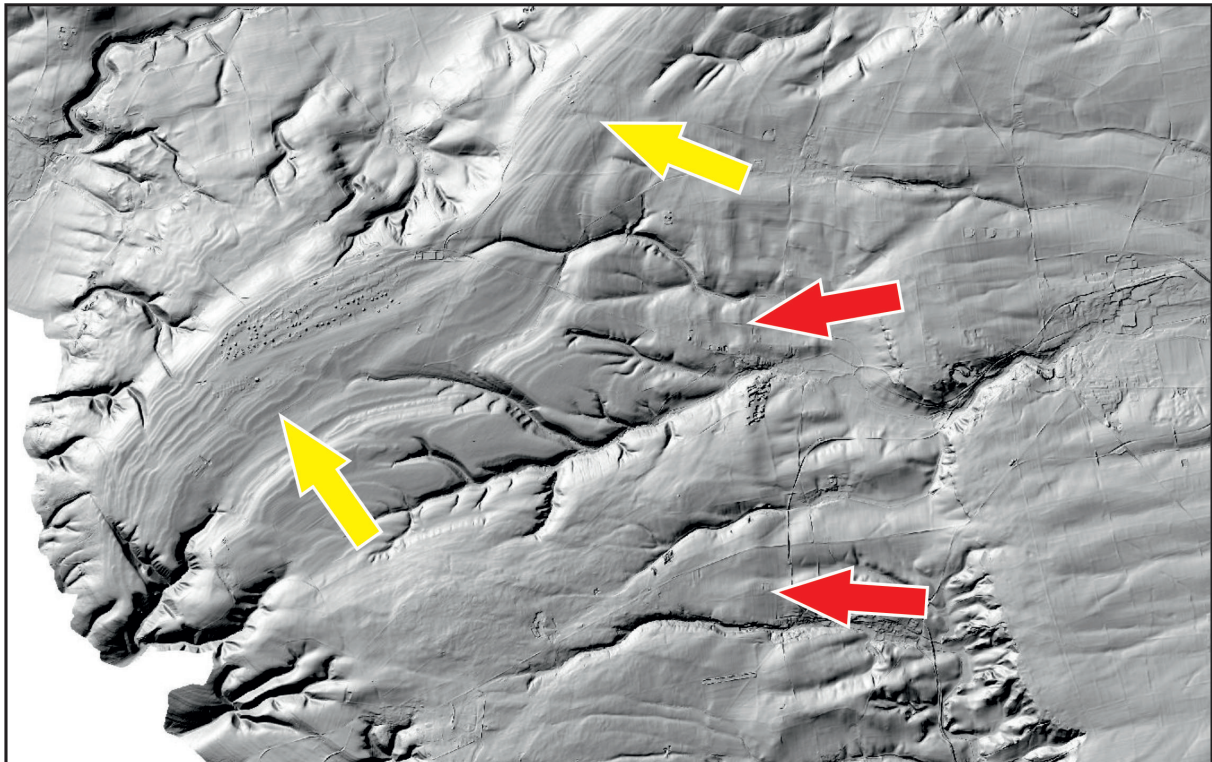


Abb. 5 Ziegelrodaer Forst und Umgebung als „Digitale Wüste“. Die kleinen Schichtstufen (gelbe Pfeile) treten vor allem in der Volpriehausen-Formation des Mittleren Buntsandsteins deutlich hervor. Weiter östlich paust sich das Festgestein der hangenden Solling-Formation sogar durch die darüber lagernde Löss-Decke (rote Pfeile) (Größe des Bildausschnittes: 17 x 11 km). (Darstellung auf Grundlage des ATKIS-DGM © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112])

ausgesetzt, die zu Einbrüchen der Geländeoberfläche führen kann. Der Forst wird durch eine Vielzahl von Dolinen, Erdfällen und Uvalas durchzogen. Im Zuge der geologischen Kartierung (STOTTMEISTER et al. 2007) erfolgte im Jahr 2000 in einem Teilgebiet die terrestrische Erfassung der Karstformen. Sie war personell und zeitlich enorm aufwändig und unterstützte die geologische Grenzziehung sowie die Ausweisung von Störungszonen. Das nun vorliegende DGM liefert eine höhere Lagegenauigkeit und gestattet eine bessere Differenzierung der Karstformen nach Grundriss und Tiefe (Abb. 6). Zudem macht es östlich der Erdfall-Zone ein bisher unbemerktes, schwach gedelltes und genarbttes Relief sichtbar, ein untrügliches Zeichen für fossile Karstprozesse.

4. Gefahrenabwehr

Gerade in Auslaugungsgebieten hat die Nutzung des DGM ein enormes Potential.

Das am LAGB im Intranet geführte Subrosionskataster basiert auf Archivunterlagen und Geländebefahrungen. Wie ein Vergleich dieser Daten in ausgewählten Bereichen des großen Karststreifens im Zechsteinausstrich am Südharrzrand zeigt, wurde die Mehrzahl der Altdaten akribisch erhoben und kartographisch fixiert. Nichtsdestotrotz gestattet das DGM durchaus kleinere Lagekorrekturen und macht etliche weitere Hohlformen sichtbar. Inwieweit es sich dabei tatsächlich um natürliche Einbrüche oder aber um Bergbaurelikte (Pingen, Tagesbrüche) handelt, kann meist nur im Gelände entschieden werden. Für eine Qualifizierung und Laufendhaltung des für Bebauungsplanungen jeglicher Art wertvollen Subrosionskatasters ist das DGM somit von unschätzbarem Wert. Zukünftig sollten auch multitemporale, möglichst automatisierte Reliefvergleiche ins Auge gefasst werden. Mit ihrer Hilfe könnten selbst in abgelegenen Gebieten niedergegangene

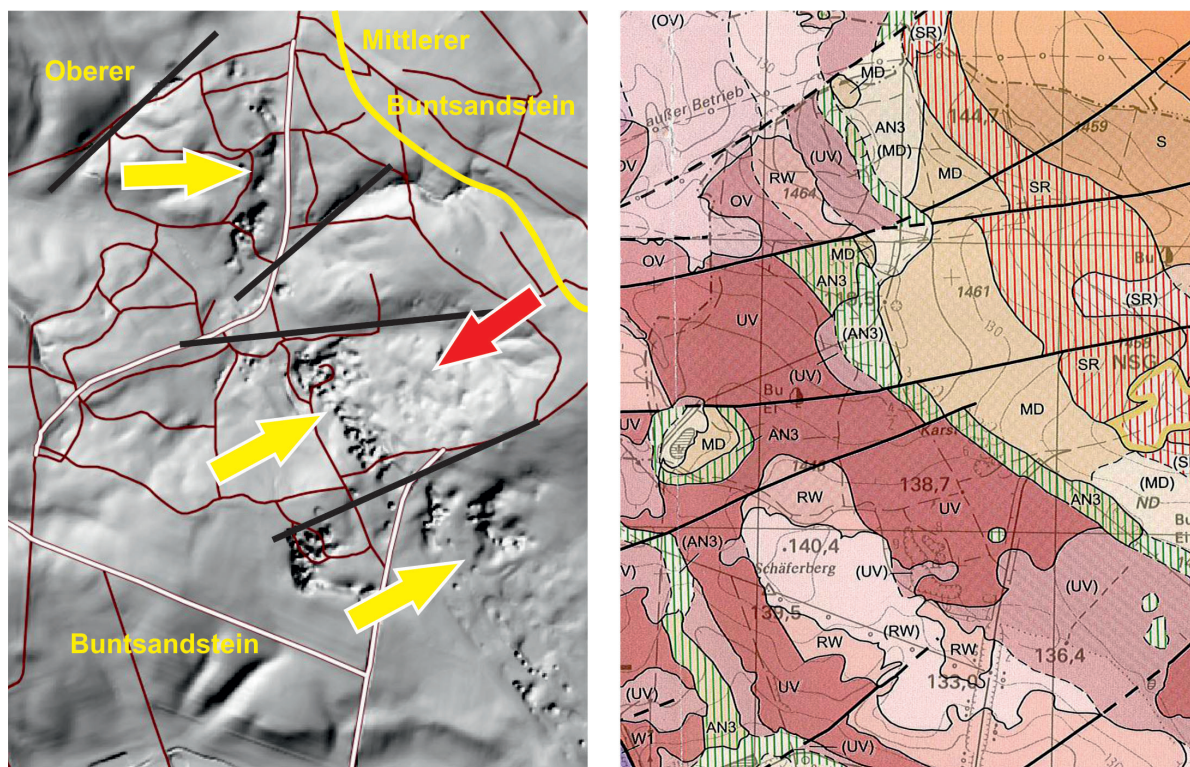


Abb. 6 Röt-Karsterscheinungen im Bartenslebener Forst. Der breite Streifen mit Karsthohlformen des Oberen Buntsandsteins tritt im DGM deutlich hervor (gelbe Pfeile). Östlich schließt sich eine genarbte Fläche mit fossilem Karst an (roter Pfeil), die dann von nicht auslaugbaren Gesteinen des Mittleren Buntsandsteins abgelöst wird (vgl. GK25). Das Verspringen bzw. Aussetzen des Karststreifens im Grundriss kann tektonisch gedeutet werden (schwarze Linien) (Größe des Bildausschnittes: 2,3 x 1,9 km). Darstellung auf Grundlage des ATKIS-DGM © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112]; GK25: STOTTMEISTER et al. 2007)

Erdfälle aufgespürt und Gefährdungen rechtzeitig erkannt werden.

Das hohe Potential von Laserscanning-Daten für geologische Anwendungen wurde schon frühzeitig erkannt und 1997 durch die Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe (BGR) Hannover erstmals erforscht. Von 1999 bis 2001 war die Behörde in mehreren Testgebieten in Sachsen-Anhalt tätig (KÜHN et al. 2002). Durch die Kombination eines durch Spezialbefliegung gewonnenen DGM mit weiteren Fernerkundungsdaten wurden ein durch Altbergbau beeinflusstes Subrosionsgebiet bei Eisleben und die Zerrspaltenzone am Nordhang des Süßen Sees (Abb. 7) qualitativ und quantitativ fixiert. Darüber hinaus war man im Südharz-Karst um Großleinungen tätig. Es konnten Methoden zur Früherkennung bruch- und senkungsgefährdeter Geländebereiche ent-

wickelt werden.

5. Geophysikalische Erkundung bei Stendal: Uchtequerung der Nordverlängerung Bundesautobahn (BAB) 14

Die Erkundungsarbeiten an der Nordverlängerung der BAB 14 (von Magdeburg über Wittenberge nach Schwerin) ergaben in der Uchteniederung südwestlich von Stendal sehr komplizierte Untergrundverhältnisse (Abb. 8). Lokal wurden ungewöhnlich mächtige Beckenbildungen aus Mudde, Torf und Ton angetroffen. Das führte bereits während der Bohrarbeiten zur Einbindung der Geologen des LAGB.

Das Bohrprogramm lieferte detaillierte Informationen über den Untergrund ausschließlich im Trassenverlauf. Zur strukturellen Interpretation der Befunde waren aber Informationen

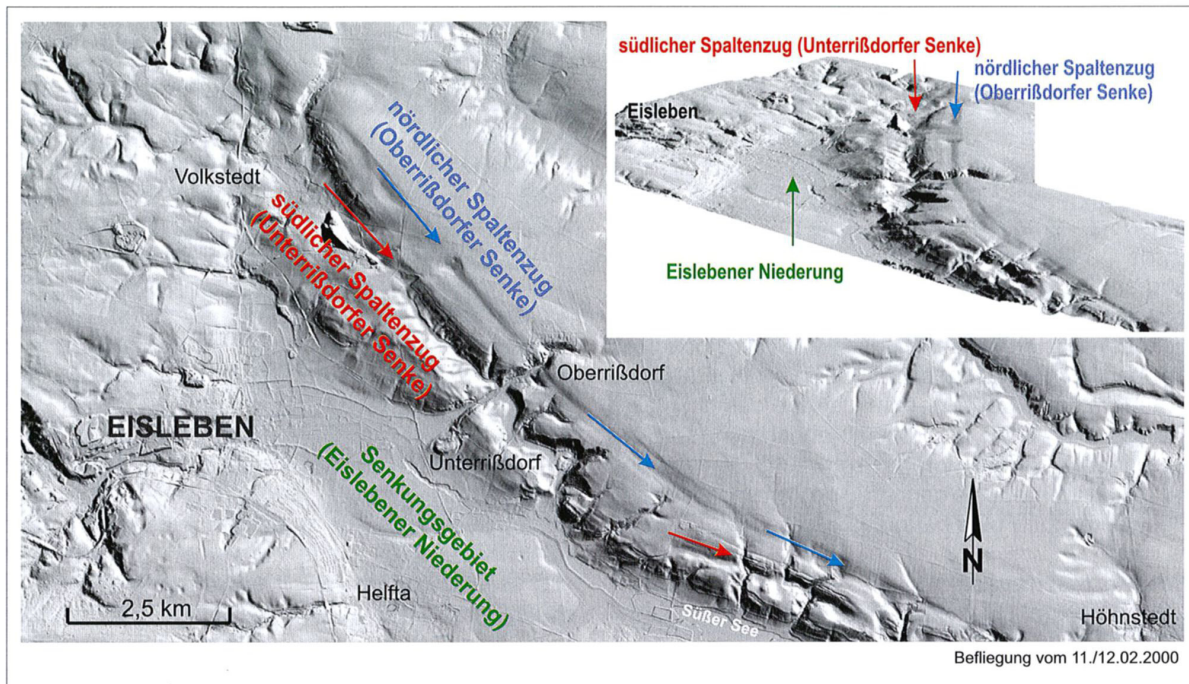


Abb. 7 Laserscanning-Höhenmodell der Volkstedt-Höhnstedter Zerrspaltenzone (nach KÜHN et al. 2002, aus STROBEL et al. 2008). Die Nutzung von Laserscanning-Höhenmodellen für die angewandte Geologie wurde schon seit 1997 in Sachsen-Anhalt erprobt.

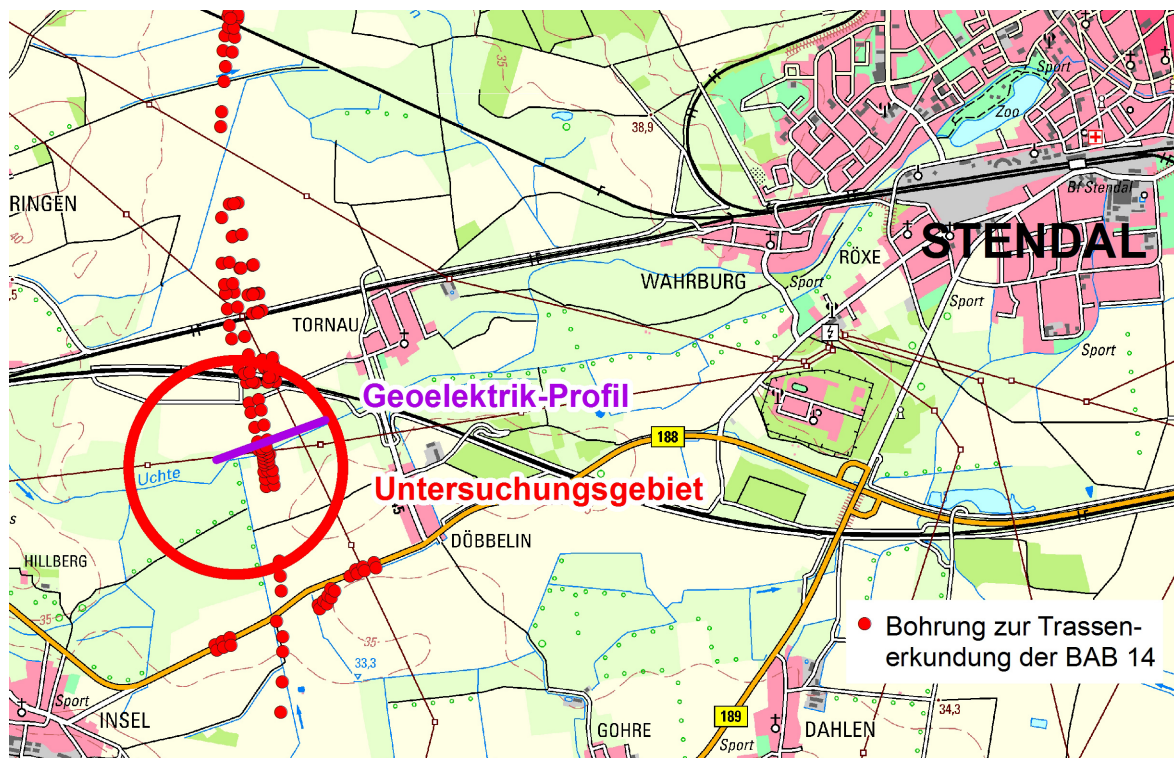


Abb. 8 Lageplan des Untersuchungsgebietes in der Uchteniederung bei Stendal (Darstellung auf der Grundlage von Rasterdaten, © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112])

über die flächenhafte Verbreitung der Beckensedimente nötig. Deshalb kamen im Jahre 2010 geophysikalische Messungen zum Einsatz. Zuerst erfolgten geoelektrische Tiefensondierungen auf mehreren Profilen. Hier wird stellvertretend ein Profil vorgestellt (Abb. 9).

Für die Baugrundverhältnisse von Bedeutung sind die quartären Schichten, die im Raum Stendal immerhin Mächtigkeiten von etwa 50-100 m erreichen. Die quartäre Schichtenfolge besteht aus Geschiebemergeln, Geschiebesanden und warmzeitlichen Sedimenten. Der oberflächennah anstehende saalekaltzeitliche Geschiebemergel bildet um Stendal ein Grundmoränenplateau, das von Schmelzwasserrinnen in einzelne Hochflächen gegliedert ist.

Die Mudden zeichnen sich ebenso wie Bekenschluffe oder Geschiebemergel geoelektrisch durch niedrige Widerstandswerte aus. Sie ließen sich so von den Sanden und Kiesen

mit höheren Widerständen deutlich abgrenzen.

Damit konnte die Verbreitung der Mudden außerhalb der vorgesehenen Autobahntrasse nachgewiesen werden. Diese Mudden und Torfe erreichen Mächtigkeiten von bis zu 10 Metern. Da es sich dabei um sehr weiche, lockere Materialien handelt, ist beim Autobahnbau eine spezielle Gründung nötig. Und dabei muss man Vorstellungen zur Gesamterstreckung des Muddekörpers haben.

Die einzelnen geoelektrischen Profilschnitte wurden noch ergänzt durch horizontale flächenhafte Darstellungen der Widerstandswerte für verschiedene Eindringtiefen. Eine dieser Widerstandsverteilungen, die etwa im Tiefenniveau der Muddeverbreitung liegen dürfte, ist in Abb. 10 veranschaulicht.

Schon diese Darstellung (Abb. 10) deutet an, dass hier nicht ein kleinräumiges kesselförmiges Vorkommen vorliegt. Vielmehr könnte es sich um eine rinnenartige Struktur



Abb. 9 Geoelektrik-Profil mit Verbreitung der Mudden (rötlich)

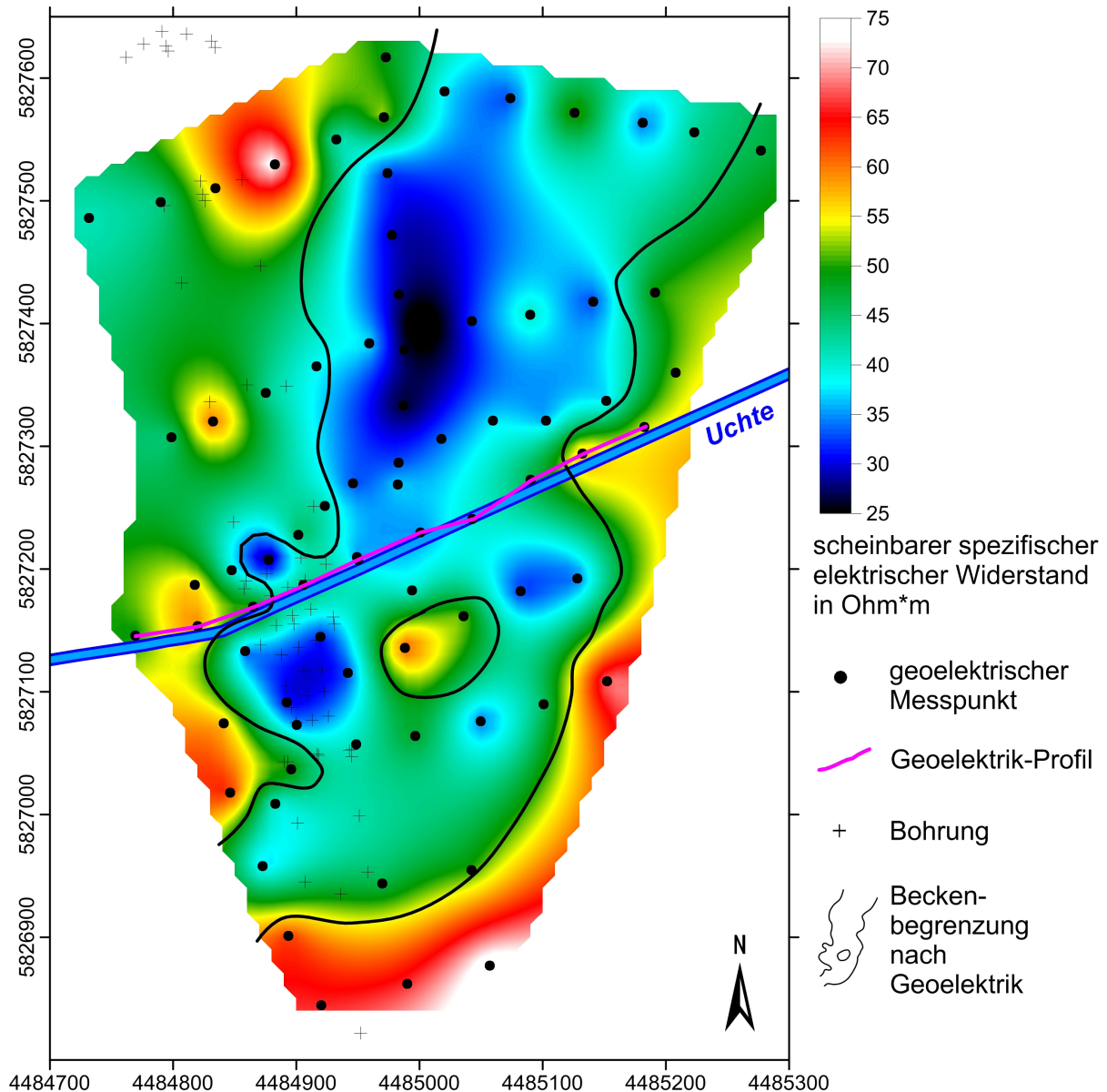


Abb. 10 Horizontale Widerstandsverteilung

handeln. Allerdings wäre für diese Aussage der geoelektrisch übermessene Abschnitt zu klein.

Bereits bei der geoelektrischen Messung im Gelände wurde bei der ersten Sichtung der Messwerte festgestellt, dass Abschnitte mit niedrigen Widerständen mit lokalen, kaum erkennbaren Geländetieflagen zusammenfallen. Deutlich waren die lokalen Senken erst nach ergiebigen Regenfällen im Herbst 2010 zu erkennen, nach denen sie wochenlang unter Wasser standen.

Einen direkten Vergleich der Geländeoberfläche mit den geoelektrischen Messwerten

ermöglicht Abb. 11. Dort ist der geoelektrisch ermittelten Beckenerstreckung ein digitales Höhenmodell gegenübergestellt. Das Höhenmodell ist das DGM1 des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt (LVermGeo). Es stammt von einer landesweiten Laserscan-Befliegung und hat eine Höhenauflösung von 15 cm.

Zusammengefasst lassen sich die Befunde aus geologischen Daten, geophysikalischen Messwerten und dem Höhenmodell sehr gut gemeinsam interpretieren. Die Anlage des Beckens erfolgte durch abfließende Schmelzwässer, die den Untergrund ausräumten.

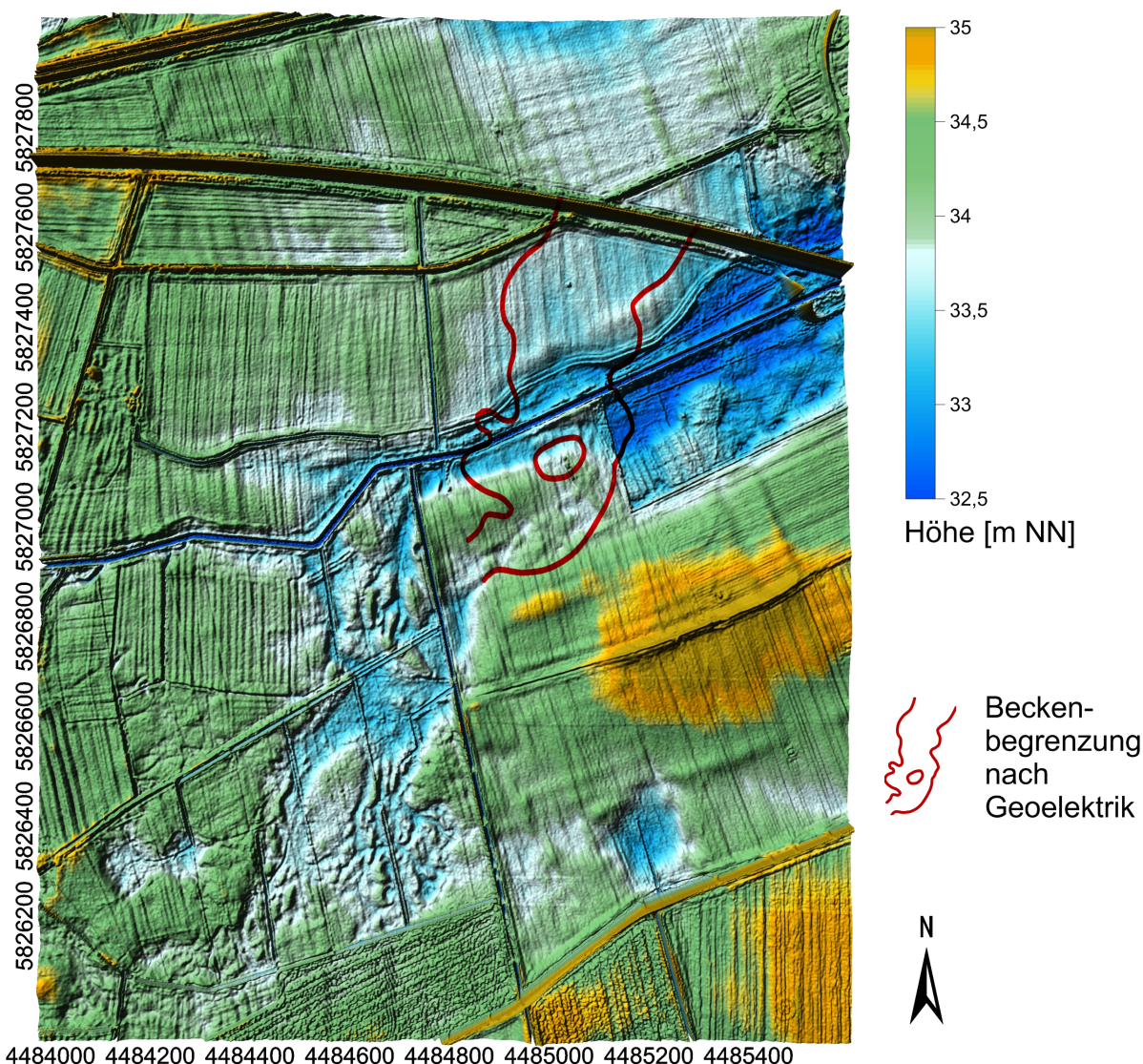


Abb. 11 Digitales Höhenmodell als Schattenrelief (Darstellung auf der Grundlage von ATKIS-DGM, © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112])

Dabei entstanden vor allem rinnenförmige Strukturen, die durch lokale Auskolkungen aber auch Inseln untergliedert waren. Die Hohlformen wurden nachfolgend durch Beckenschluffe/-tone und Mudden – jeweils mit hohem organischen Anteil – gefüllt. Diese bindigen Materialien äußern sich geoelektrisch durch niedrige Widerstände. Da die Kompaktion der nachträglich eingelagerten Beckensedimente bis in die jüngste Zeit anhielt, stellten diese Bereiche auch nach zwischenzeitlicher Einebnung durch den Eintrag von Sanden wieder lokale Tieflagen dar,

in denen sich an der Oberfläche Auelehm, Torf und Anmoor bildeten. Insofern spiegeln die holozänen Talbildungen der geologischen Oberflächenbefunde auch die ursprünglich saalekaltzeitlich angelegten Rinnen und Becken wider. Und somit wird auch nachvollziehbar, dass sich diese Strukturen noch im heutigen Geländere relief abbilden. Durch die Einbeziehung des digitalen Höhenmodells in die Interpretation konnte der Aufwand für Bohrarbeiten und geoelektrische Messungen in Grenzen gehalten werden.



Abb.12 Tagesbruch am Galgenberg bei Alsleben (Foto: G. PFAFF)



Abb. 13 Lageplan des Untersuchungsgebietes bei Alsleben (Darstellung auf der Grundlage von Rasterdaten, © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112])

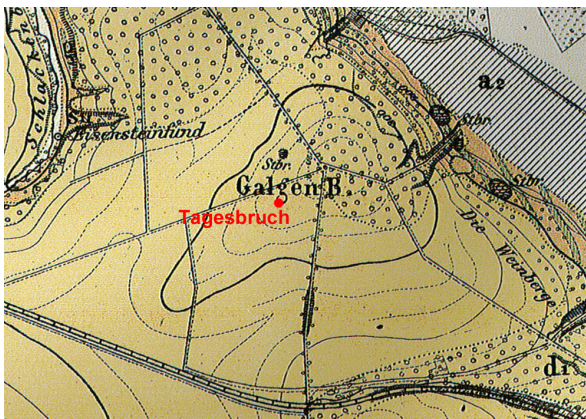


Abb. 14 Steinbruch ca. 100 m nördlich des Tagesbruchs (aus: KAYSER 1877)

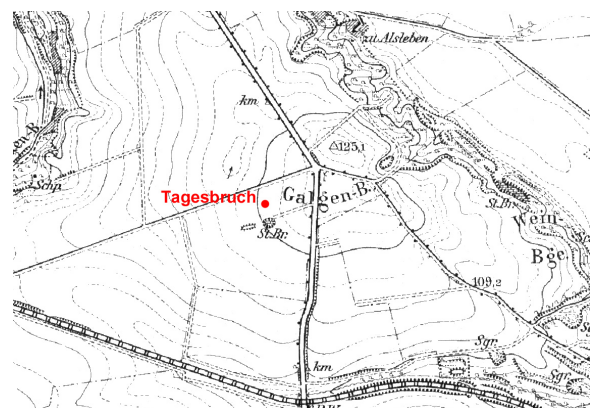


Abb. 15 Steinbruch und Halde ca. 50 m südlich des Tagesbruchs (aus: KÖNIGLICH PREUSSISCHE LANDESAUFNAHME 1904)

6. Geophysikalische Erkundung eines Tagesbruchs am Galgenberg bei Alsleben

Ende April 2013 ereignete sich ein Tagesbruch (Abb. 12) auf einer Ackerfläche in der Nähe des Galgenbergs bei Alsleben (Abb. 13).

Historisches Kartenmaterial (Abb. 14, 15) zeigt in direkter Nachbarschaft des Tagesbruchs ehemalige Steinbrüche. Es besteht die prinzipielle Möglichkeit, dass von dort aus Werkstein auch im Tiefbau gewonnen wurde. Das könnte bedeuten, dass sich Tiefbauhöhlräume bis in den Bereich des

Tagesbruchs erstrecken und daher weitere Bereiche des Ackers einsturzgefährdet sein könnten.

In der weiträumigen Umgebung des Galgenberges stehen unter geringmächtiger Lössbedeckung die Festgesteine des Unteren Buntsandsteins an. Ziel des historischen Abbaus waren vermutlich Rogensteine oder Kalksandsteine des Unteren Buntsandsteins. Die Natursteingewinnung war früher stark verbreitet. Jede Gemeinde war bestrebt, innerhalb ihrer Flurstücksgrenzen die benötigten Bausteine zu gewinnen.

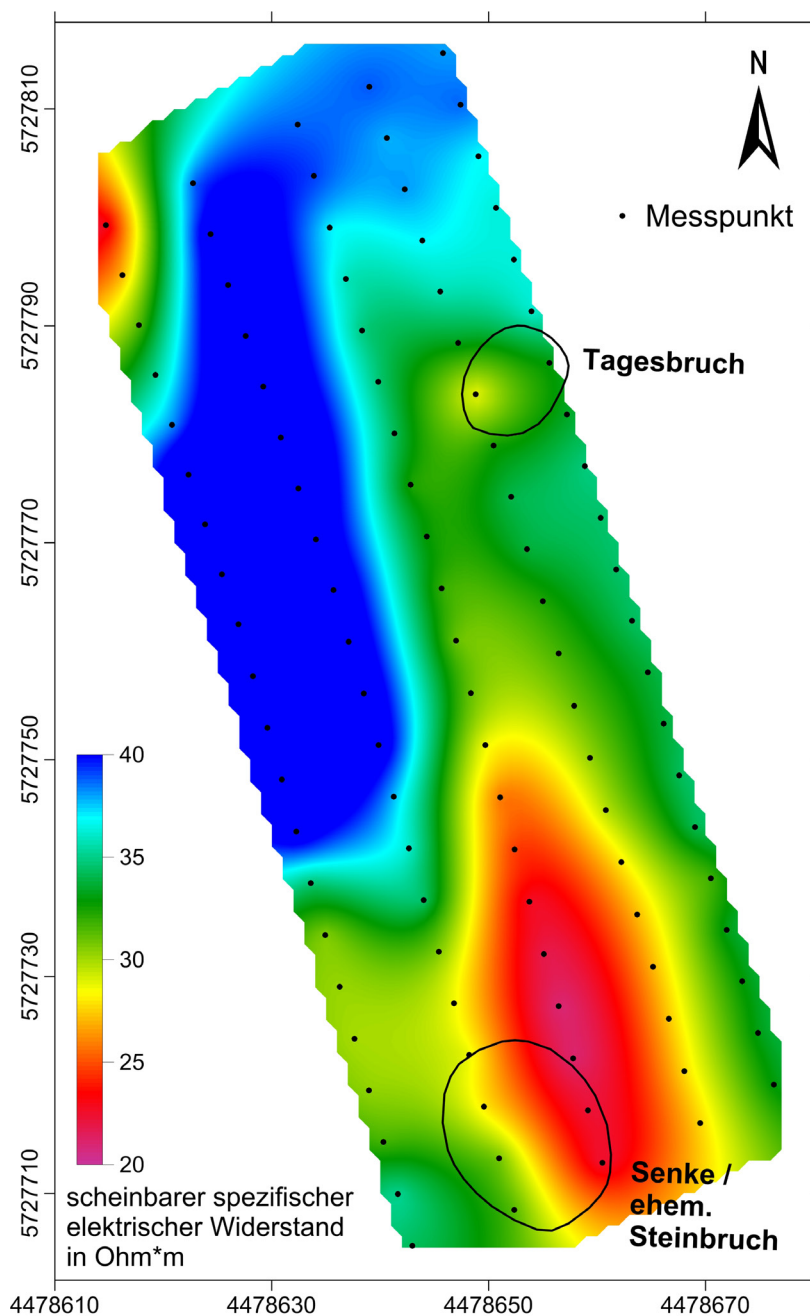


Abb. 16 Widerstandsverteilung bei einem Elektrodenabstand von 10 m

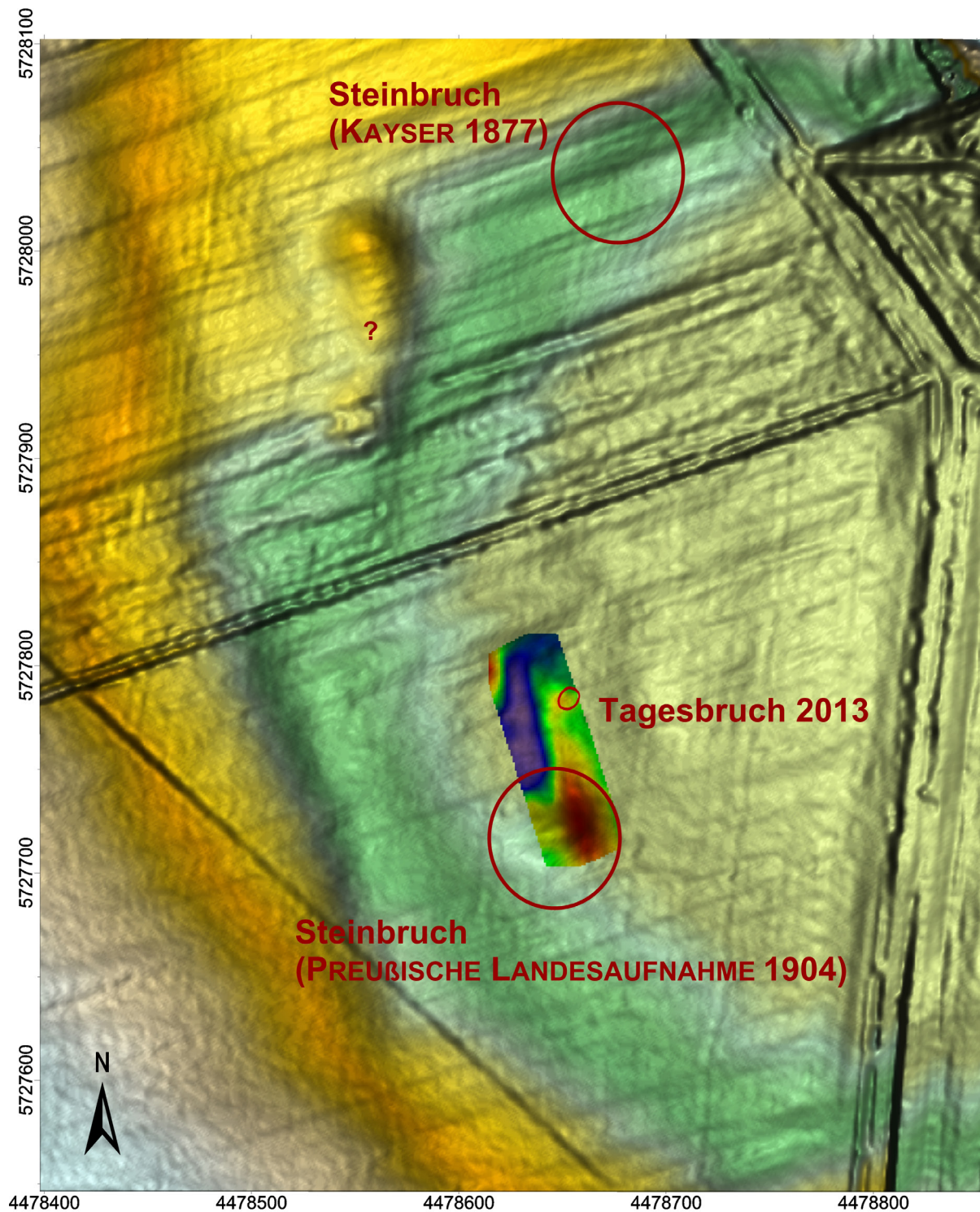


Abb. 17 Digitales Höhenmodell als Schattenrelief mit Eintragung von ehemaligen Steinbrüchen, Tagesbruch und Ergebnissen der Geoelektrik (Darstellung auf der Grundlage von ATKIS-DGM, © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112])

Auf der den Tagesbruch umgebenden Fläche erfolgte eine geoelektrische Kartierung mit dem Ziel, aus der Verteilung der scheinbaren spezifischen elektrischen Widerstände Hinweise auf einsturzgefährdete Bereiche im Umfeld des Tagesbruchs abzuleiten.

Der Spektralplot des scheinbaren spezifischen elektrischen Widerstandes für den Elektrodenabstand von 10 Metern (Abb. 16) zeigt sowohl den Bereich des Tagesbruchs als auch die Senke im Bereich des ehemaligen Steinbruchs als Widerstandsanomalie. Beide sind durch eine Anomalie verbunden. Die Zeit der Hartgesteinsabbaue auf diesem Acker liegt schon sehr lange zurück, sie sind inzwischen mehr oder weniger verfüllt. Im Verlaufe der Zeit wurde der oberflächlich anstehende Löss in die Abbaue eingetragen, sowohl durch die maschinelle Bearbeitung des Ackers als auch durch Regen. Das würde sowohl die leichten Hohlformen ehemaliger Steinbrüche als auch Auflockerungsbereiche über eventuellen Tiefbauten und selbst solche

Tiefbaue betreffen. Das schluffige Material bedingt die niedrigeren Widerstände im Vergleich zum benachbarten Festgestein mit höheren Widerständen.

In Abb. 17 sind die Ergebnisse der Geoelektrik dem digitalen Geländemodell (DGM1) zugeordnet. Das Höhenmodell zeigt die beiden genannten ehemaligen Steinbrüche als Senken. Dazwischen wird die Geländeoberfläche durch kleinräumige Unebenheiten bestimmt. Das vermittelt den Eindruck, als ob dieser Abschnitt ebenfalls intensiv vom ehemaligen Werksteinabbau betroffen ist.

7. Geotechnische Arbeiten bei Teutschenthal, Tagebaurestloch Henriette

Beispielhaft wird für ein Tagebaurestloch bei Teutschenthal (Abb. 18) gezeigt, wie durch Verschneidung von Höhendaten des Laserscannings mit den Ergebnissen von Echolotungen eine Grundlage für Standsicherheitsbetrachtungen von Böschungen erzeugt wird. Es handelt sich hier um das

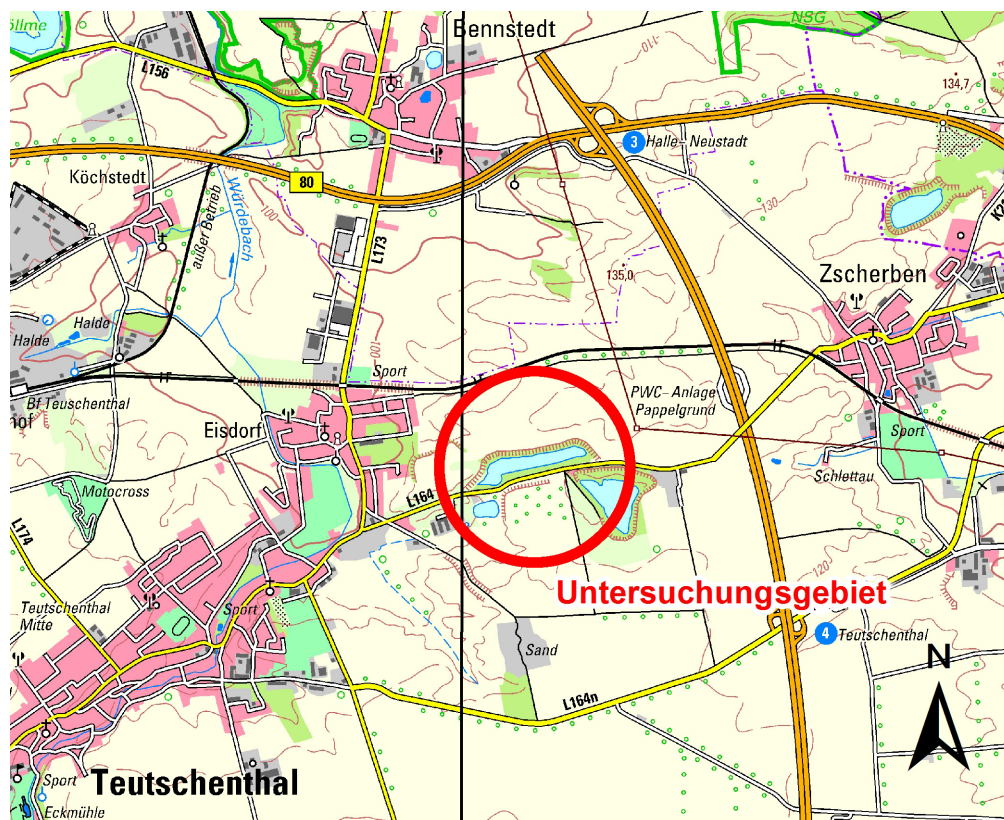


Abb. 18 Lageplan des Tagebaurestlochs Henriette bei Teutschenthal (Darstellung auf der Grundlage von Rasterdaten, © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112])



Abb. 19 Digitales Höhenmodell des ehemaligen Tagebaus als Schattenrelief, blau markiert die Wasseroberfläche (Darstellung auf der Grundlage von ATKIS-DGM, © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112])

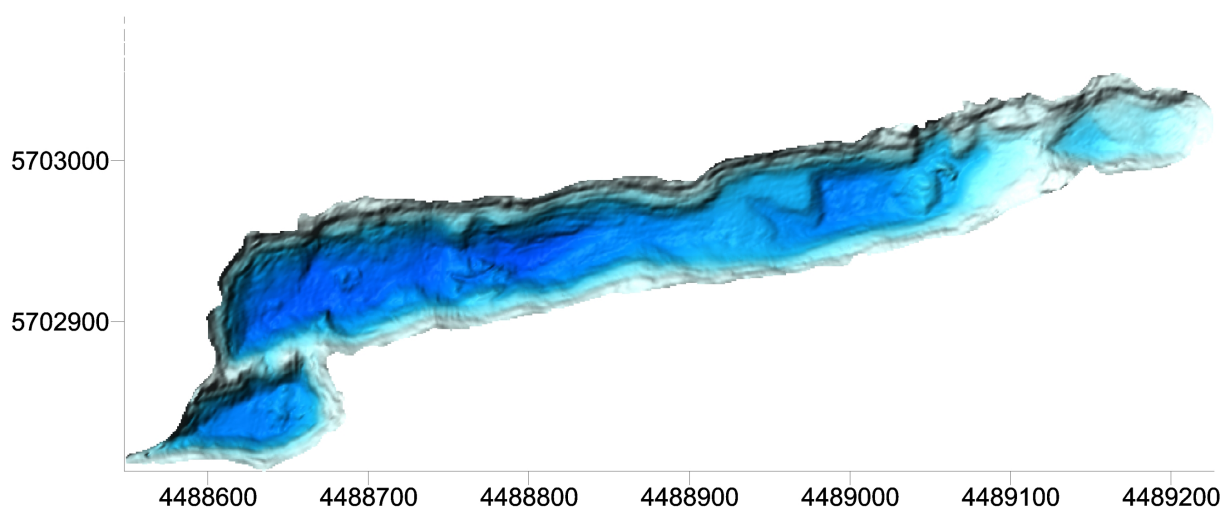


Abb. 20 Seebodenrelief des ehemaligen Tagebaus als Schattenrelief

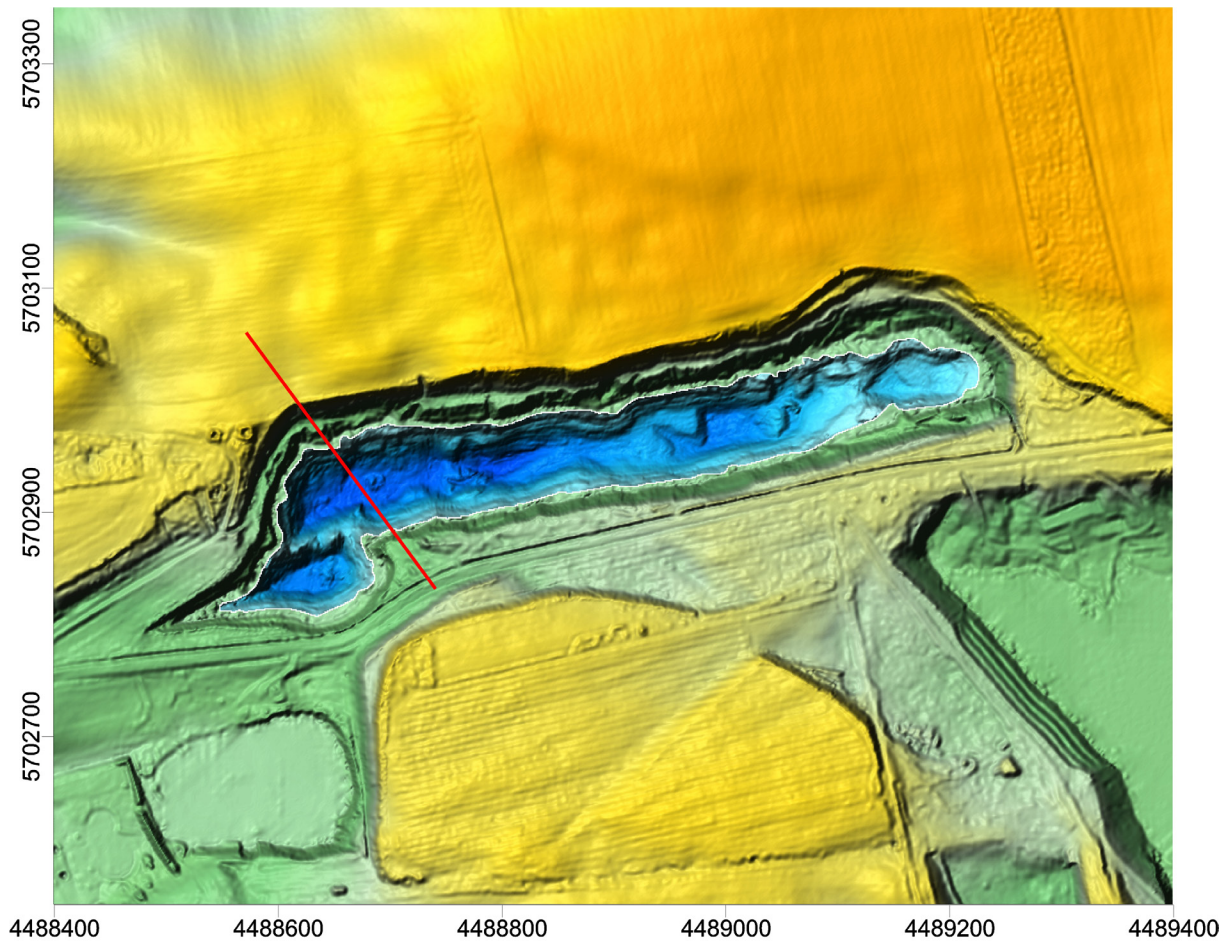


Abb. 21 Gesamtgeländemodell des ehemaligen Tagebaus als Schattenrelief mit eingesetztem Relief des Seebodens; rote Linie: Profilschnitt vgl. Abb. 22 (Darstellung auf der Grundlage von ATKIS-DGM, © GeoBasis-DE/LVermGeo LSA, [2012, Az: 011112])

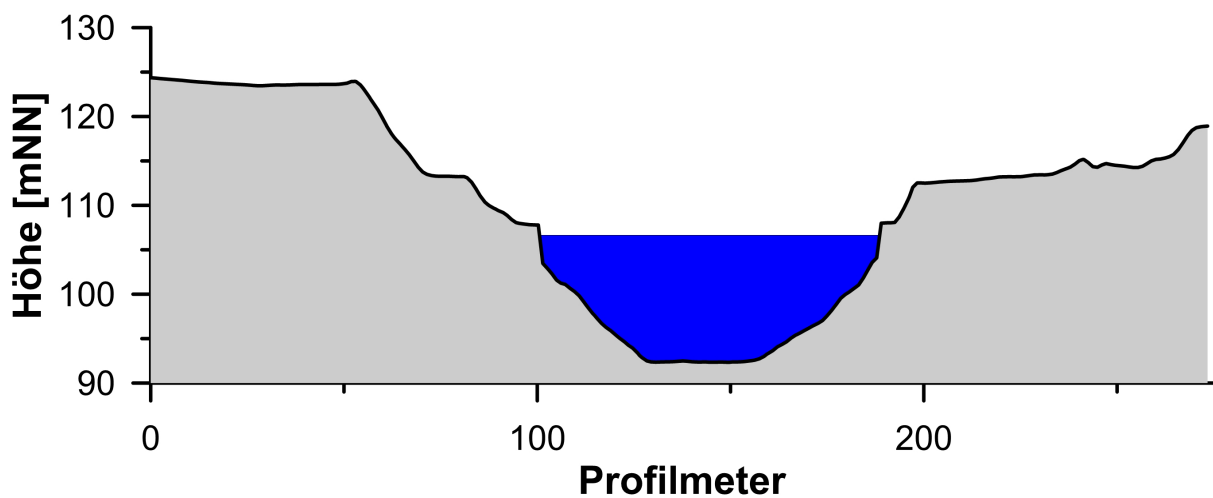


Abb. 22 Profilschnitt (Lage: vgl. Abb. 21) auf der Basis des aus DGM1 und Seebodenrelief erzeugten Geländemodells

Restloch der ehemaligen Braunkohlengrube Henriette. Der Tagebau wurde schon vor 1945 eingestellt. Für derartige Bergbaugelände ohne Rechtsnachfolger ist das Land verantwortlich.

Für Standsicherheitsbetrachtungen von Böschungen ist unter anderem das Geländere relief von Bedeutung. Sind die Tagebaurestlöcher geflutet, stehen die Kippenböschungen zum großen Teil unter Wasser. Für Stellen unterhalb der Wasseroberfläche liefert das aus dem Laserscanning abgeleitete Höhenmodell keine Informationen (Abb. 19).

Im Auftrag des LAGB wurde das Seebodenrelief solcher Restlöcher durch Sonarvermessung ermittelt. Die gewonnenen Daten ermöglichen die Modellierung des Seebodenreliefs, das von der Auflösung her dem DGM1 ebenbürtig ist (Abb. 20).

Durch Herausclippen der Seefläche aus dem Höhenmodell und Verschneidung mit dem Seebodenrelief lässt sich ein vollständiges Geländemodell erzeugen (Abb. 21).

Das Gesamtgeländemodell ist Voraussetzung für geotechnische Modellierungen zur Standsicherheit. Jetzt lassen sich Hangneigungen bestimmen für die gesamte Böschung bis zur ehemaligen Tagebausohle (Abb. 22).

8. Literatur

AD-HOC-ARBEITSGRUPPE GEOLOGIE (2002): Geologische Kartieranleitung. Allgemeine Grundlagen. Geologisches Jahrbuch, Reihe G, H. 9, 135 S.; Hannover (BGR u. Staatliche Geologische Dienste).

KAYSER, E. (1877): Geologische Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten, Blatt Cönnern. Berlin.

KÖNIGLICH PREUSSISCHE LANDESAUFNAHME (1904): Messtischblatt Könnern, 1 : 25.000, 2458.

KRONBERG, P. (1984): Photogeologie. 268 S.; Stuttgart (Enke).

KÜHN, F., KÄBEL, H. & TREMBICH, G. (2002): Erprobung von höchstaflösenden Satelliten- und Flugzeugdaten zur Untersuchung von Subrosionserscheinungen (GEOTEC II). 131 S., 7 Anl., 1 Anhang; Bundesanstalt

für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hannover).

STROBEL, G., HEROLD, U. & SPILKER, M. (2008): Zur Flutung der Mansfelder Mulde. Eine Nachbetrachtung. Mitteilungen zu Geologie und Bergwesen in Sachsen-Anhalt, Band 15, 112 S.; Halle (LAGB Sachsen-Anhalt).

STOTTMEISTER, L., JORDAN, H. & RÖHLING, H.-G. (2007): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Sachsen-Anhalt 1 : 25.000, Blatt 3732 Helmstedt. 260 S., 2 Karten, 1 Bl. Geol. Schnitte, 6 Beikarten; Halle (LAGB Sachsen-Anhalt).