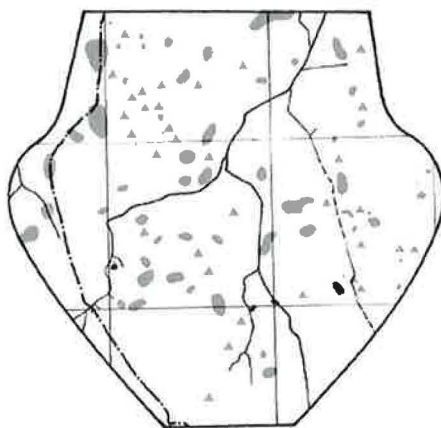


AUSGRABUNGEN
IM
NIEDERLAUSITZER
BRAUNKOHLENREVIER
2013/2014



BRANDENBURGISCHES LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE UND
ARCHÄOLOGISCHES LANDESMUSEUM
WÜNSDORF 2016

Geophysikalische Prospektion und Mikrodrohnenbefliegungen zur Dokumentation von Meilerplätzen in der Jänschwalder Heide

Anna Schneider, Alexandra Raab, Horst Rösler, Melanie Takla, Florian Hirsch, Bosse Ritschl, Thomas Raab

Im Gebiet der Jänschwalder Heide im Vorfeld des Tagebaus Jänschwalde wurden durch archäologische Ausgrabungen bisher mehr als 1000 Holzkohlenmeilerstandorte nachgewiesen und dokumentiert (Rösler et al. 2012, 2013). An zwei Grabungsflächen im nordwestlichen Bereich des Tagebaus bzw. im Nordosten der Jänschwalder Heide wurden in Zusammenarbeit zwischen Archäologen und Geowissenschaftlern verschiedene, teils neue Methoden zur Unterstützung der Prospektion und Dokumentation der Meilerstellen eingesetzt. Für einen ca. 5 ha großen Bereich (Abb. 1, Fläche A) wurden Flurbegehungen, die Auswertung schattenplastischer Reliefkarten und geomagnetische Messungen zur flächigen Prospektion mehrerer Meilerrelikte mit entsprechendem Umfeld sowie mehrerer Wegeverläufe kombiniert. Für eine weitere, ca. 1500 m² große Fläche (Abb. 1, Fläche B) wurden Luftbildaufnahmen aus einer Mikrodrohnenbefliegung zur detaillierten Dokumentation freigelegter Meilergrundrisse und weiterer Befunde verwendet.

1. Methoden

Prospektion von Meilerstandorten mittels digitaler Geländemodelle

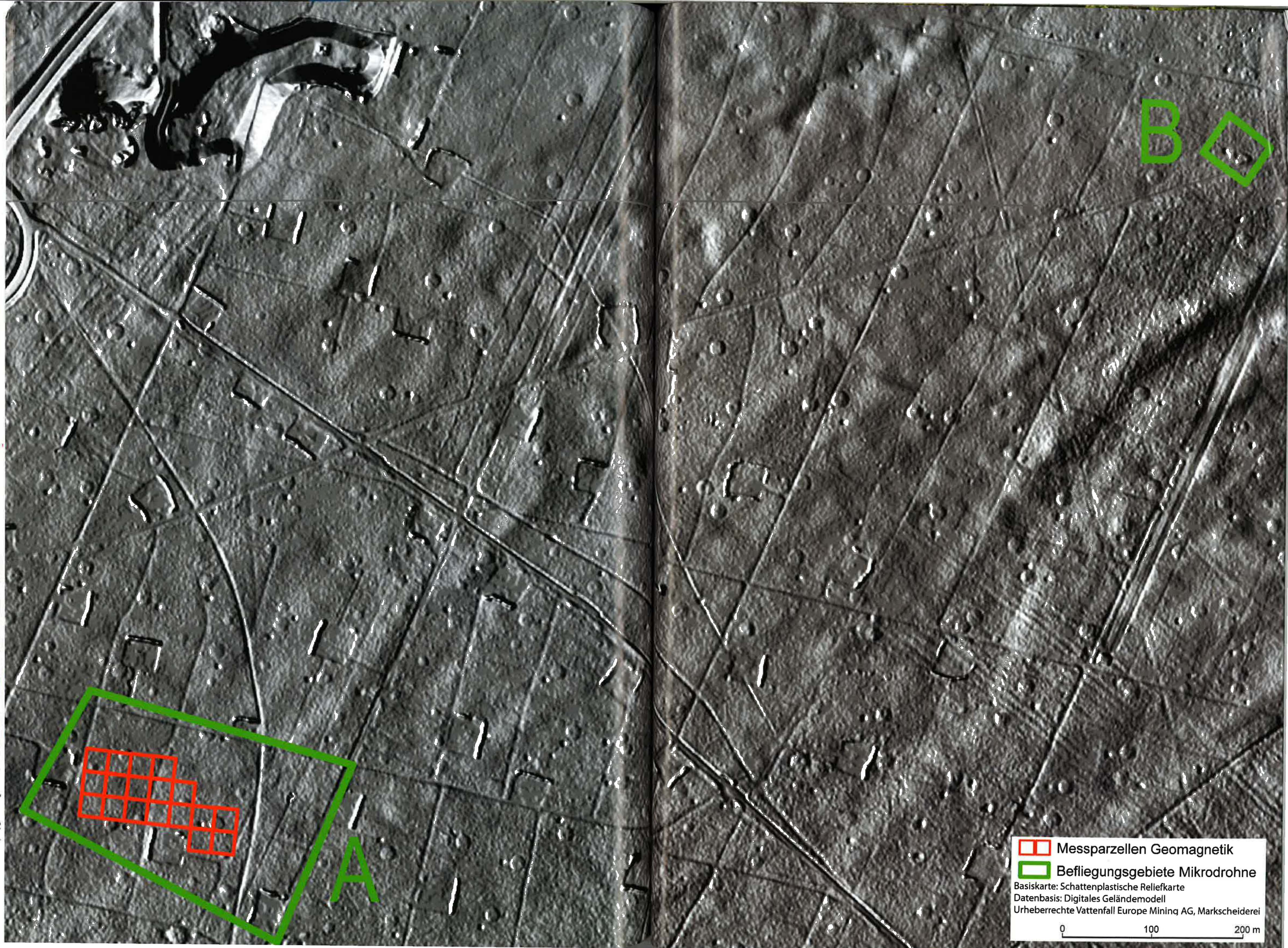
Die archäologische Untersuchung des Meilerfeldes wurde durch eine Prospektion der Standorte mittels schattenplastischer Reliefkarten aus digitalen Geländemodellen vorbereitet. Die charakteristische Geometrie der Meilerrelikte mit einem teilweise noch als eingetiefte Ringstruktur erhaltenen Graben und einer um bis zu einigen Dezimetern erhöhten,



Abb. 1: Übersichtskarte zur Lage des Untersuchungsgebiets im Tagebauvorfeld Jänschwalde und Umrisse der mit Geomagnetik und Mikrodrohnenbefliegungen erfassten Flächen im Meilerfeld in der Jänschwalder Heide.

kreisförmigen und flachen Kuppe tritt in den Karten als knopfartige Struktur hervor. Da für das Tagebauvorfeld digitale Geländemodelle aus Airborne Laserscanning Karten mit einer räumlichen Auflösung von 1 m verfügbar sind, können auch Relikte von Kohlenmeilern mit vergleichsweise geringen Durchmessern erkannt werden. Um die Sichtbarkeit der Standorte zu optimieren, wurden verschiedene Lichteinfallswinkel und Überhöhungsfaktoren zur

Abb. 2 (folgende Doppelseite): Umrisse der mit Geomagnetik und Mikrodrohnenbefliegungen erfassten Flächen im Meilerfeld in der Jänschwalder Heide (ALS Vattenfall, Eintragungen BTU).



 Messparzellen Geomagnetik

 Befliegungsgebiete Mikrodrohne

Basiskarte: Schattenplastische Reliefkarte
Datenbasis: Digitales Geländemodell
Urheberrechte Vattenfall Europe Mining AG, Markscheiderei

0 100 200 m

Erstellung mehrerer schattenplastischer Reliefkarten verwendet. Auf deren Basis wurden in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten die Umriss der Meilerstandorte erfasst, so dass für eine Rückmessung im Gelände neben den Standorten auch die Durchmesser der früheren Meiler abgeschätzt werden können. Die Methode ist detailliert bei Raab et al. (2015) beschrieben. Diese potenziellen Meilerstandorte werden nachfolgend mit BTU 5000ff bezeichnet. Unabhängig davon werden Airborne Laserscanning Daten bereits seit 2003 vom BLDAM zur archäologischen Prospektion genutzt (= Kartenauswertung BLDAM).

Geomagnetik

Ein ca. 14000 m² großer Bereich innerhalb der Untersuchungsfläche A wurde geomagnetisch mit einem Fluxgate-Magnetometer erkundet. Die magnetische Prospektion ist eine der am weitesten verbreiteten Methoden zur Vorerkundung des Bodenuntergrundes in der Archäologie, da besonders Brandspuren im Boden oder Vorkommen von Keramik oder gebrannten Ziegeln damit gut erfassbar sind. In Bezug auf Holzkohlenmeiler erlauben die wenigen bisherigen Untersuchungen (Powell et al. 2012) allerdings keine eindeutige Bewertung der Einsatzmöglichkeiten. Durch die Sondagen und die Ausgrabung ausgewählter Meiler innerhalb der Rasterfläche konnten die Ergebnisse der Geomagnetik abgeglichen beziehungsweise überprüft werden. Gleichzeitig konnte untersucht werden, inwieweit mit dem Verfahren die Intensität und Verbreitung der Hitzeeinwirkung auf Sedimente unter Meilerplätzen kartiert werden kann.

Die Messungen wurden auf der bereits kampfmittelberäumten und metallbereinigten Grabungsfläche durchgeführt. Insgesamt 22 quadratische Messparzellen mit Flächen von jeweils 625 m² wurden mit drei im Abstand von 33 cm angeordneten Sonden flächig erfasst. Nach Anwendung von Filtern zur Kompensation der Messwerte der einzelnen Sonden wurden die aufgenommenen Daten als Farbkarten dargestellt und schließlich als georeferenzierte Rasterbilder in ArcGIS überführt und ausgewertet.

Luftbildaufnahmen

Zur Dokumentation von laufenden Grabungen und der im Planum freigelegten Meilergrundrisse wurde auf beiden Grabungsflächen eine Mikrodrohne (Geo-Copter X-8000) für Luftbildaufnahmen eingesetzt. In automatisierten Befliegungen mit im Voraus programmierten Flugplänen wurden in einer konstanten Höhe von 50 m jeweils mehrere hundert Einzelbilder mit einer sehr hohen Bodenauflösung (< 1 cm) aufgenommen. Durch die große seitliche Überlappung der Einzelbilder können aus den Aufnahmen anschließend digitale Geländemodelle und in einem weiteren Schritt mithilfe dieser Geländemodelle entzerrte und georeferenzierte Ortholuftbilder berechnet werden.

Archäologische Untersuchungen

In der Regel werden die auf den schattenplastischen Reliefkarten und in der Geländeprospektion durch Flurbegehung ermittelten potenziellen Meilerstandorte im Gelände zurückgemessen und mittels Baggerschnitten sondiert.

2. Ergebnisse

2.1 Kombination von Methoden zur flächigen Prospektion, Fläche A

Auf der südlichen Untersuchungsfläche (Abb. 1, Fläche A) wurden insgesamt 27 potenzielle Meilerstandorte sondiert (Tab. 1). Auf Basis der schattenplastischen Reliefkarten für den im Luftbild erfassten Bereich (Abb. 3a) sind 16 potenzielle Meilerstandorte (BTU + Sc) mit Durchmessern von 7 bis 17 m kartiert worden. Durch die archäologischen Sondagen und Ausgrabungen wurden 12 Meilerplätze bestätigt. Ein weiterer Holzkohlenmeiler (HKM 329) wurde bereits in einer Sondage im Jahr 2009 aufgenommen. Insgesamt wurden also für eine Fläche von ca. 47500 m² 13 Meilerstandorte bestätigt. Diese verifizierten Meilerstandorte erhielten eine endgültige HKM-Nummer (Tab. 1). Der Vergleich der unterschiedlichen Prospektionsmethoden zeigt auch, dass sich die beiden unabhängig voneinander durchgeführten Auswertungen der schattenplastischen Reliefkarten

Nr	ALS-BTU	ALS-BLDAM	Prospektion	HKM
15			P2012-220	o.B.
16			P2012-219	o.B.
17			P2012-217	o.B.
18			P2012-235	o.B.
19			P2012-226	o.B.
20			P2012-224	o.B.
21			P2012-214	o.B.
22			P2012-213	o.B.
23			P2012-231	o.B.
24			P2012-222	o.B.
25			PF Bohrung 13253/09	329
12		Sc248	P2012-221	1010
27	BTU 5591	Sc254	P2012-228 P2012-229	1013
1	BTU 6794		P2012-225	1004
3	BTU 5592	Sc250	P2012-227	1005
4	BTU 5589	Sc249	P2012-223	1011
5	BTU 5590	Sc251	P2012-232	1008
6	BTU 5605	Sc247	P2012-233 P2012-234	1012
7	BTU 5604	Sc245	P2012-218	1009
8	BTU 5601	Sc244	P2012-215	970
11	BTU 6801			1001
26	BTU 5608	Sc243		1153
13	BTU 6507	Sc246		1002
14	BTU 8083			o.B.
2	BTU 6793			o.B.
9	BTU 5602			o.B.
10	BTU 5603			o.B.
27	15	10	20 (22)	13

Tab. 1: Gegenüberstellung der Ergebnisse unterschiedlicher Prospektionsmethoden von Holzkohlenmeilern im Tagebauvorfeld Jänschwalde, Fläche A. Die Liste enthält voneinander unabhängig durch BTU (Methoden bei Raab et al. 2015) und BLDAM anhand schattenplastischer Reliefkarten und durch archäologische Geländeprospektion ermittelte potenzielle Meiler. Die bei der archäologischen Untersuchung aller vermuteten Standorte nachgewiesenen tatsächlichen Holzkohlenmeiler (rechte Spalte) erhielten eine HKM-Nummer. Alle übrigen erhielten den Vermerk ohne Befund (o.B.).

(BTU, Sc) sehr gut ergänzen. Auf der ausgewerteten Fläche A konnten auf dieser Datengrundlage und Methode alle Meilerrelikte erfasst werden. Von den insgesamt 16 potenziellen Meilerstandorten konnten nur vier Standorte nicht bestätigt werden. Im Gegensatz dazu wurden mittels Geländebegehungen 22 potenzielle Meilerstandorte gefunden, davon konnten aber nur 10 bestätigt werden. Drei Meiler wurden bei den Geländebegehungen gar nicht erfasst.

In den schattenplastischen Reliefkarten sind außerdem Auffälligkeiten im Umfeld der Meiler zu beobachten, die offensichtlich in Zusammenhang mit der Köhlerei stehen. Hervorzuheben sind dabei beispielsweise in direkter Nachbarschaft zu den

Von 22 mittels Geländebegehungen gefundenen potenziellen Meilerstandorten konnten aber nur 10 bestätigt werden.

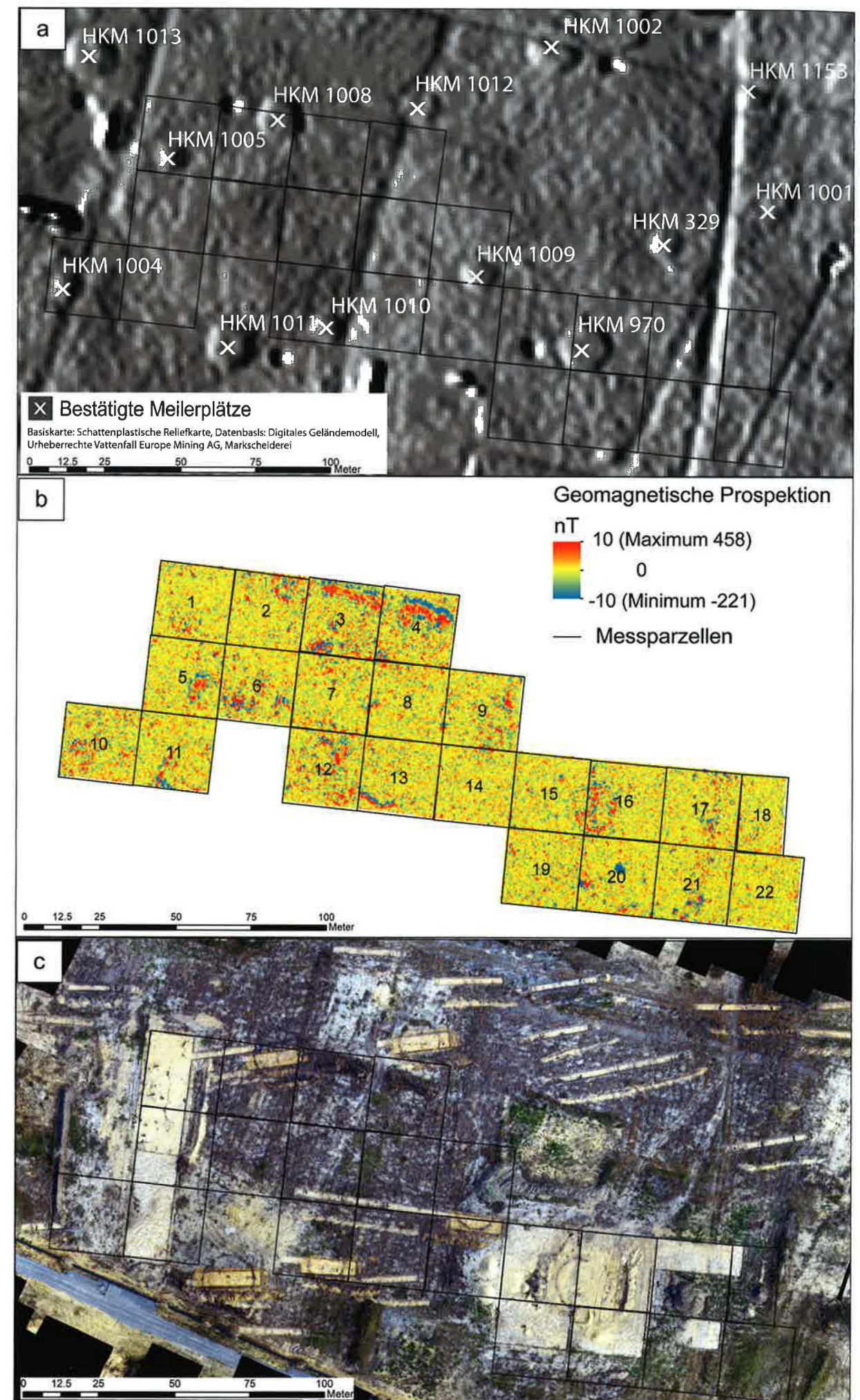
Meilern stehende Gruben (siehe Abb. 3a; HKM 970, HKM 1002, HKM 1008, HKM 1011, HKM 1013). Darüber hinaus sind auch Wege, Forsteinteilungen, Grenzen und Feldstrukturen deutlich aus den Karten ablesbar.

Hervorzuheben ist die flächige Untersuchung des Meilers 970 mit Umfeld. Der Meiler zeichnete sich im Gelände oberflächlich noch gut als flache Erhebung ab. Dies führte zur gezielten Auswahl dieses Meilers für eine detaillierte Untersuchung. Dafür wurde per Bagger die Fläche des Meilers mit Umfeld schichtenweise abgetragen und ein 50 cm breiter Profilsteg in Nord-Süd-Richtung belassen. Die Planum- und Profilaufnahme erfolgte photographisch. Im Ergebnis zeigte sich ein Meiler mit deutlich ausgeprägter Meilerkappe und umlaufendem Graben. Der Außendurchmesser des Ringgrabens beträgt ca. 20 m. Die sich schwach abzeichnenden kreisförmigen Spuren im Inneren des Meilers deuten auf die Basisfläche des Meilers mit einem Durchmesser von etwa 11 m. Direkt westlich des Meilers befindet sich eine im Durchmesser ca. 4 m große Grube, die mehr als einen Meter eingetieft war. In der teilweise geschichteten Füllung befanden sich einzelne Holzkohlestücke. Im Profil war unter dem Meiler ein Rest eines fos-

silen Bodens erkennbar, der Ackerspuren enthielt. Über dem Meiler verliefen parallele braungraue Streifen, die möglicherweise mit der Aufforstung in Zusammenhang stehen. Ca. 25 m entfernt schließt sich direkt östlich des Meilers ein Fahrweg an. Die Fahrspuren zeichneten sich im Planum deutlich ab. Im westlichen Rasterbereich wurde eine weitere Fläche (15 × 75 m) untersucht, die auf der schattenplastischen Reliefkarte drei Meiler vermuten ließ. Bestätigt wurde nur ein Meiler (HKM 1005) im nördlichen Bereich des Schnittes. Die Meilerkappe und der umlaufende Graben waren als schwarze Verfärbungen deutlich erkennbar. Der Außendurchmesser des Grabens wurde mit 13 Meter bestimmt. Der Meiler war durch jüngere, parallel verlaufende Acker(?)spuren überprägt.

Die Karte der magnetischen Anomalien bildet die Meilerstellen unterschiedlich ab: So sind an einigen Meilerstandorten (z. B. in Parzelle 16, Abb. 3b) die zum Zeitpunkt der Aufnahme noch nicht freigelegten, mit Holzkohle, Meilerresten und eingeflossenem Erdmaterial nur teilweise verfüllten Meilergräben deutlich als kreisförmige Strukturen zu erkennen. Andere in den Ausgrabungsflächen dokumentierte Meilerstellen treten aber weit weniger deutlich hervor (z. B. in den Parzellen 1 und 5) oder die Strukturen werden von anderen starken Anomalien überlagert (z. B. in Parzelle 12). Ursachen für weitere geomagnetische Anomalien auf der Messfläche wurden in einer Kartierung untersucht. Relativ großflächige, langgestreckte Anomalienmuster wurden durch aufgeschüttetes Abraummaterial und andere Geländeunebenheiten verursacht. Bauschutt und größere eisenhaltige Steine riefen teils sehr hohe punktförmige Anomalien hervor. In den Parzellen 17 und 21 zeichnet sich in einer Häufung von solchen durch Bauschutt verursachten Ausschlägen der Verlauf eines Weges ab. Die Ursache für die unterschiedlich deutliche Abbildung der Meilerstellen konnte mit den bisherigen

Abb. 3: Meilerrelikte und weitere Oberflächenstrukturen auf der südlichen Untersuchungsfläche (Fläche A). a) in Ausgrabungen bestätigte Meilerplätze und deren Abbildung als knopfartige Strukturen in der Schattenplastischen Reliefkarte, b) Karte der erfassten geomagnetischen Anomalien, c) entzerrtes Luftbildmosaik der Grabungsfläche nach Abschluss der Ausgrabungsarbeiten.



Untersuchungen nicht geklärt werden. Mögliche Gründe sind eine unterschiedliche Hitzeeinwirkung auf die obersten Dezimeter des Bodens im Zusammenhang mit unterschiedlich verteiltem Austritt von Teer während der Verkohlung, ein unterschiedlich starker Abtrag oder eine unterschiedliche Mächtigkeit der nach der Öffnung der Meiler

Im Planum zeigten sich in typischer Weise zwei aneinandergrenzende Meilerringe als schwarze Verfärbungen. Aus dem Profil wurde ersichtlich, dass der östlich gelegene, etwas größere Meiler den kleineren Meiler schneidet. Die Meiler sind demzufolge nacheinander, aber dennoch zeitnah angelegt worden und stehen sicher in einem unmittelbaren Bezug zueinander.

zurückgebliebenen Schichten mit Resten der Meilerabdeckung und Holzkohleresten. Insgesamt kann aus den Untersuchungen geschlossen werden, dass die durch den Meilerbetrieb verursachte Hitzeeinwirkung nur in einigen Fällen hoch genug ist, um eine Magnetisierung des Sediments zu bewirken.

Im Ortholuftbild der Grabungsfläche (Abb. 3c) sind die freigelegten Meilergräben deutlich als dunkle Ringe im hellen Sand zu erkennen. Da die Luftbildbefliegung auf Fläche A erst gegen Abschluss der Ausgrabungen stattfand, sind die Meilerkappen in den Sondagen bereits komplett abgetragen und nicht mehr im Orthophoto sichtbar. Teilweise sind allerdings noch Spuren von den ehemaligen zentralen Quandellöchern, dem Zündkanal der Meiler sichtbar. Außerdem zeigen sich verschiedene Gruben und Verfärbungen als dunkle bis schwarze Flecken innerhalb und außerhalb der Meilergrundrisse. Bemerkenswert ist, dass sich die Gräben von einigen nicht vollständig im Planum freigelegten Meilern auch außerhalb der Grabungsbereiche durch eine dunklere Färbung des Bodens oder einen sich von der Umgebung unterscheidenden Pflanzenbewuchs abzeichnen.

2.2 Dokumentation von Meilergrundrissen durch Luftbildphotographie, Fläche B

Die Untersuchung der Meiler in der nördlich gelegenen Untersuchungsfläche (Abb. 1, Fläche B; Abb. 2) ergab sich durch eine vorzeitige Inanspruchnahme der Fläche durch den Bau einer neuen Brunnen-trasse (Feldriegel 114) im Tagebauvorfeld. Die zwei Meiler (HKM 1088, HKM 1089) hoben sich auf der schattenplastischen Reliefkarte, wohl beeinflusst durch die benachbart anschließende Wegeführung, als etwas unregelmäßig runde knopfförmige Gebilde ab. Die Meiler wurden hier etwa zur Hälfte im Planum freigelegt. Dafür wurde der Oberboden (Waldhumus) angepasst an die Form der Meilerkappe per Bagger abgetragen. Zusätzlich wurde ein 50 cm breites Profilkreuz angelegt, von dem das Ost-West-Profil photogrammetrisch aufgemessen wurde. Als Test erfolgte die Dokumentation des gesamten Planums erstmalig und ausschließlich durch Messbildphotographie per Mikrodrohne. Im Bild des Planums zeigten sich in typischer Weise zwei aneinandergrenzende Meilerringe als schwarze Verfärbungen. Aus dem Profil wurde ersichtlich, dass der östlich gelegene, etwas größere Meiler (HKM 1089, Außendurchmesser 19 m) den kleineren Meiler (HKM 1088, Außendurchmesser 11,30 m) schneidet. Die Meiler sind demzufolge nacheinander, aber dennoch zeitnah angelegt worden und stehen sicher in einem unmittelbaren Bezug zueinander. Am Nordwestrand des Ringes des kleineren Meilers befand sich eine tiefere Grube mit Steinen und rotbrauner Verfärbung an der Sohle, die auf Feuereinwirkung hindeutet. Aus den schattenplastischen Reliefkarten ist ersichtlich, dass derartige Gruben regelmäßig in Kombination mit den Meilern auftreten und offensichtlich mit den Meilern in Zusammenhang stehen. Ein Grenzstein befand sich am östlichen Wegesrand und wurde geborgen.

Abb. 4, 5: Ortholuftbild der nördlichen Grabungsfläche (Fläche B) mit dem deutlich erkennbaren Meilerring, mehreren Gruben innerhalb der Meilerkappe und dem Wegeverlauf im südöstlichen Teil der Meilerstelle. Das Bild oben zeigt den Drohneinsatz über der Fläche (Fotos A. Schneider, BTU).

Das Luftbild der Grabungsfläche (Abb. 5) zeigt neben den Gräben der beiden Meilerplätze weitere Befunde im direkten Umfeld der Meiler:

- Wegespuren, die unter- und oberhalb des Meilers (HKM 1089) verlaufen und teilweise stark mit Holzkohleresten verfüllt sind, als direkter Beleg dafür, dass dieser Weg für den Abtransport der Holzkohle genutzt wurde.
- parallele Längsspuren (Forstpflug?), nordöstlich der Meilerkappe in west-östlicher Richtung verlaufend.
- Spatenspuren am inneren nordöstlichen Rand des Meilerringes.



3. Resümee

Im Rahmen des Projektes zur Erforschung historischer Holzkohlenmeilerplätze auf dem Gebiet der Jänschwalder Heide (Tagebau Jänschwalde) kamen erstmalig verschiedene Prospektionsmethoden (digitale Geländemodelle, Geomagnetik und Luftbildaufnahmen) in Kombination mit archäologischen Untersuchungen zum Einsatz. Das Zusammenwirken der Fachrichtungen innerhalb des Projektes ermöglicht den Abgleich der Daten zwischen Naturwissenschaften und Archäologie – dies nicht nur in der Theorie, sondern durch Absicherung der mit naturwissenschaftlichen Methoden gewonnenen Erkenntnisse mittels archäologischer Dokumentation der Befunde im Gelände. Darüber hinaus zeigt diese Studie, dass die vorgestellte Methodenkombination für großflächige Prospektionen und die Dokumentation äußerst effektiv ist.

Literatur

Powell, A.J., Wheeler, J., Batt, C.M. 2012
Identifying archaeological wood stack charcoal production sites using geophysical prospection: magnetic characteristics from a modern wood stack charcoal burn site. *Journal of Archaeological Science* 39, 1197–1204.
Raab, A., Takla, M., Raab, T., Nicolay, A., Schneider, A., Rösler, H., Heußner, K.U., Bönisch, E. 2015
Pre-industrial charcoal production in Lower Lusatia (Brandenburg, Germany): Detection and evaluation of a large charcoal-burning field by combining archaeological studies, GIS-based analyses of shaded-relief maps and dendrochronological age determination. *Quaternary International*, doi: 10.1016/j.quaint.2014.09.041.

Danksagung

Die vorgestellte Arbeit wurde vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur (MWKF) des Landes Brandenburg im Rahmen der Nachwuchsforschergruppe „Anthropogener Landschaftswandel und Paläoumweltforschung“ der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg (BTU) unterstützt. Weiterhin ist die Arbeit ein Beitrag im Rahmen des Virtuellen Helmholtz Instituts „Virtual Institute of Integrated Climate and Landscape Evolution Analysis – ICLEA“ der Helmholtz Gemeinschaft.

Rösler, H. 2013

Regenerative Energiegewinnung mit Folgen. Die Holzkohlenmeiler von Jänschwalde. Ausgrabungen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier 2009/2010. Arbeitsberichte zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg 25, 250–266.

Rösler, H., Bönisch, E., Schopper, F., Raab, T., Raab, A. 2012

Pre-industrial charcoal production in southern Brandenburg and its impact on the environment, In: Kluiving, S., Guttman-Bond, E. (Eds.), *Landscape Archaeology between Art and Science*. Amsterdam University Press, Amsterdam, 167–178.