

## Erste montanarchäologische Ergebnisse aus Untersuchungen der Trasse einer Gaspipeline zwischen Tangrintel und Naab

### Einleitung

Die Open Grid Europe GmbH (OGE) erweiterte im Zeitraum von Oktober 2016 bis Herbst 2017 ihr überregionales Erdgas-transportssystem durch eine kapazitätsstarke Leitung auf der Strecke von Schwandorf (Lkr. Schwandorf) bis Forchheim (Lkr. Eichstätt) (Abb. 1). Diese Gasloopleitung quert mit dem Nordgau und der Fränkischen Alb zwei Großräume, in denen der Abbau von mineralischen Rohstoffen überliefert ist, der aufgrund von obertägig erhaltenen Spuren an einzelnen Stellen auch als Denkmal eingestuft worden ist. Damit war eine montanarchäologische Begleitung erforderlich, die nicht zur durchschnittlichen Aufgabe bei denkmalpflegerischen Maßnahmen zählt. Dies bedingte eine besondere Herangehensweise, die auch bei anderen Gaspipelineprojekten nicht zum Üblichen gehört. Bereits mehrere Jahre vorab wurde mit dem Bauträger, der OGE, Abstimmungen getroffen. Neben der Querung des Limes bei Laimersstadt mit frühzeitig durchgeführten Sicherungen gehörten dazu

auch punktuelle montanarchäologische Begehungen und Begleitungen der facharchäologischen Maßnahmen. Auf einer Fläche von geschätzt 350 Hektar musste für den Bau dieser Gasleitung der Oberboden abgetragen und archäologisch untersucht werden. Mit der fachlichen Begleitung des Pipelinebaus wurde nach Abstimmung mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege (BLfD) und auf der Grundlage der Planfeststellungsbeschlüsse der Regierung der Oberpfalz und der Regierung von Oberbayern eine archäologische Arbeitsgemeinschaft beauftragt. Die Ausgrabungen der OGE-Trasse wurde durch eine Arge der Grabungsfirmen Adilo GmbH, BfAD Heyse und Pro Arch GmbH Ingolstadt in den Jahren 2016 und 2017 durchgeführt. Die Maßnahmennummer des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege lautet M-2015-1506.

Die montanarchäologische wie auch eine geoarchäologische Begleitung diente der fachlichen Unterstützung der Grabungsfirmen. Das BLfD übernahm die fachliche Aufsicht und Betreuung. Die OGE übernahm die Finanzierung der archäologischen Ausgrabungen sowie auch die Betreuung der montanarchäologischen Begleitung sowie die erste Auswertung der Schlackenuntersuchungen, die in diesem Artikel noch nicht vorgestellt wird. Das Ziel dieser Publikation ist, einen ersten Einblick in einen außerordentlich interessanten Raum zwischen Schwandorf und Altmühl zu geben, in dem Menschen zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Rohstoffe wie z. B. Hornstein, Eisenerz oder Kalkstein abbauten und die ihre Spuren in Form von Abbauschächten oder Pinggen zurückließen. Aber auch die Spuren ihrer Weiterverarbeitungen konnten in dieser Trasse dokumentiert werden. Dieser Artikel basiert im Wesentlichen auf den während der im Auftrag der OGE durchgeführten montanarchäologischen Begleitung angefertigten Unterlagen. Eine umfassende archäologische Vorstellung der archäologischen, der montanarchäologischen und archäometallurgischen Ergebnisse ist geplant.

### *Initial findings from mining archaeology studies along the route of a gas pipeline between Tangrintel and Naab*

*In 2016 and 2017, Open Grid Europe GmbH expanded its system for transporting natural gas in Bavaria with the addition of a loop line on the Schwandorf-Forchheim section. As the route crossed areas in which mineral resources had been mined and processed since prehistoric times, the construction project required support from mining archaeologists. Selected areas of the site were checked in advance using data from laser scans. The next step was to supervise the excavation firms that would study any mining- and metallurgy-related discoveries from the perspective of an archaeological specialist. This article provides an initial insight into the findings from some of their digs that are relevant to mining archaeology.*

### Trassierung der Pipeline

Die Trasse hat eine Länge von ca. 62 km und verläuft überwiegend parallel zur bestehenden Gastransportleitung 26/1 der OGE und der bayernets GmbH (siehe Abb. 1). Alternativen zur Loopleitung ergaben sich gemäß Modellierungsergebnissen nicht.<sup>1</sup> Mit ei-

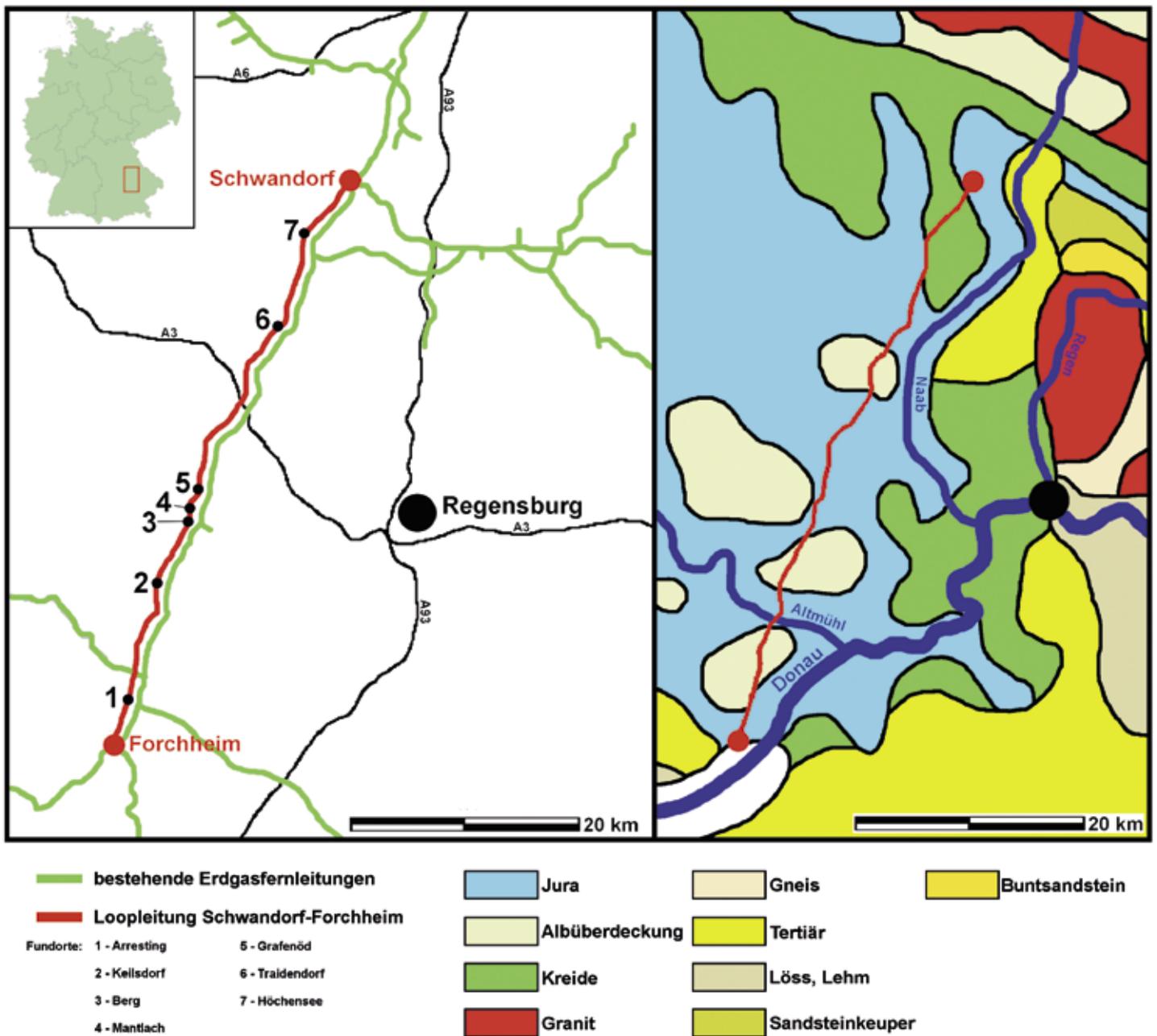


Abb. 1: Verlauf der Loopleitung Schwandorf-Forchheim mit den im Text genannten Fundorten im Verhältnis zu bestehenden Ferngasleitungen und der Geologie. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie; CC Attribution-Share Alike 2.0 Germany)

nem Verzicht wäre die OGE der gesetzlichen Verpflichtung zum bedarfsgerechten Ausbau der Netze nicht nachgekommen,<sup>2</sup> und auch die von europäischen Regulierungsbehörden geforderte Stärkung des Wettbewerbs wäre nicht realisiert worden.

Bei der Planung wurden verschiedene Trassierungskriterien betrachtet.<sup>3</sup> Die als Grundlage verwendete, vorhandene Trasse der Leitung 26/1 der OGE besaß hinsichtlich der Bündelung oder Parallelführung in räumlicher Näherung zu bereits vorhandenen linearen Infrastruktureinrichtungen besondere Bedeutung. Weitere Kriterien waren ein gestreckter und geradliniger Verlauf, die Umgehung geschlossener Siedlungsstrukturen, die Berücksichtigung naturschutzfachlicher wichtiger Bereiche oder sonstiger für Naturschutz bedeutsamer Objekte, die Berücksichtigung oberflächennaher, für Abbau vorgesehener Rohstoffvorkommen,

die Querung von Waldflächen an geeigneter Stelle unter Berücksichtigung vorhandener Schneisen, eine Umgehung von Wasserschutzgebieten, die Beachtung der Vorrang- und Vorsorgegebiete für Erholung, Natur und Landschaft, Wasser- und Rohstoffgewinnung und der Raumordnung soweit sinnvoll und möglich sowie die Meidung bekannter Altlastenverdachtsflächen.

In der Vorplanung wurden daher diese Besonderheiten erfasst, potenzielle Konfliktpunkte frühzeitig aufgenommen und bei der weiteren Planung berücksichtigt. Abgeschlossen wurde die Trassenplanung basierend auf den durchgeführten Raumordnungsverfahren unter Beachtung der Maßgaben der landesplanerischen Beurteilungen. In Kooperation mit dem BLfD wurden Zeitpunkt, Lokalisation und Durchführung der facharchäologischen Maßnahmen auf der Trasse festgelegt.



Abb. 2: Abgeschobene Trasse in offenem Gelände bei Keildorf. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

Auf das Abstecken der Trasse im Gelände folgte die Rodung von Gehölzen. Während des Baus waren beim Flächenbedarf auf den 62 km Länge Schutz- und Arbeitsstreifen zu unterscheiden. Ersterer war 10 m breit, jeweils 5 m rechts und links der Leitungsachse.<sup>4</sup> Für den Arbeitsstreifen zum Bau wurde ein Regelstreifen von 34 m Breite (Abb. 2) für Leitungsdurchmesser von DN 1000 in Anspruch genommen.<sup>5</sup> Bei Kreuzungen und in sensiblen Gebieten betrug die Breite 24,5 m (Abb. 3). Der Rohrgraben reicht stellenweise bis 3 m tief unter der Geländeoberfläche. Damit ergab sich ein großmaßstäbiger, linearer Eingriff in die Landschaft.

## Geologischer Rahmen

Die Trasse der Loopeitung quert den Nordgau und die Fränkische Alb, deren Entwicklung sich vom Oberen Keuper der Germanischen Trias bis zum Ende der Oberkreide erstreckt (siehe Abb. 1). Dominiert wird die Geologie von einer Schichtstufe des Süddeutschen Schichtstufenlands, bestehend aus flachmarinen und terrestrischen, nicht metamorph überprägten Sedimenten, die Bestandteil der lithostratigraphischen Gesteinseinheit des Süddeutschen Jura sind.

Während des gesamten Juras lag ganz Süddeutschland im Bereich eines Flachmeeres. Wegen ständiger Absenkung der Erdkruste wurden mächtige Gesteinsfolgen am Meeresgrund abgelagert. Unter diesen flachmarinen Bedingungen wurden während des Malm verschiedene Karbonatgesteine abgelagert, wobei zwei charakteristische Lithofaziestypen unterschieden werden: Bankfazies aus bankig-plattigen Kalken und Mergeln und die Massenfazies aus Algen-Schwamm-Riffen mit lokalen Korallenvorkommen.<sup>6</sup> Die Riffe sind häufig dolomitisiert.<sup>7</sup>

Die Hebungen der europäischen Kontinentalplatte gegen Ende des Oberen Jura führten zu einer Meeresregression. Größere Flächen unterlagen zu Beginn der folgenden Kreidezeit weitgehend terrestrischen Formungsbedingungen.<sup>8</sup> Während dieser Zeit herrschte tropisches Klima, und es kam zu einer intensiven Verwitterung der vorher entstandenen Kalk- und Dolomitgesteine. In der Zeit der Oberkreide stieß erneut ein Meer in den Bereich der Fränkischen Alb vor.

Im Tertiär erfolgten durch regionale Hebung abermals ein Meeressrückgang sowie eine teilweise Freilegung der Juralandschaft. Der nun herrschende subtropisch-tropische Klimaeinfluss besitzt eine herausragende Bedeutung.<sup>9</sup> Während der alttertiären Verwitterung des Malm, bei der die Karbonatgesteine zu Roterde



Abb. 3: Trasse mit Rohrgraben im Wald bei Mantlach. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

verwitterten, wurden unlösliche Bestandteile aus den Kalksteinen und Dolomiten freigesetzt. Dieses Material vermischte sich teilweise mit kretazischen Ablagerungen und bildete die lehmige Albüberdeckung auf den Gesteinen des Malm. Tropische Lateritböden weisen im Allgemeinen in tieferen Bereichen konkretionäre Anreicherungshorizonte aus mm- bis cm-großen Eisenpisoiden auf. Originalprofile toniger Laterite mit Pisoidhorizonten in der Schwäbisch-Fränkischen Alb haben sich nicht erhalten. Durch die bis heute andauernde Erosion wurden die Auflageprofile abgetragen, Tonmatrix und Eisenpisoiden (Bohnerze) getrennt, verlagert und erneut abgelagert

Verkarstung und Abtragung der Südlichen Frankenalb wurden von mehreren kurzzeitigen Sedimentationsperioden unterbrochen, die jeweils als Decksedimente auf den Gesteinen des Malm abgelagert wurden.<sup>10</sup> Nur als punktförmige Vorkommen in Karsthohlräumen sind die unterkretazischen Schutzfelschichten überliefert. Die Regensburger Kreide ist auf den östlichen Teil der Südlichen Frankenalb beschränkt, tritt jedoch in flächenhafter Verbreitung auf.<sup>11</sup> Im Bereich Neuburg an der Donau ist die etwa gleichaltrige Neuburger Kreide in größeren Karsthohlräumen zu beobachten.<sup>12</sup>

Als randliche Ausläufer des Molassebeckens treten die obermiozänen Sedimente der Oberen Süßwassermolasse im Südteil der Südlichen Frankenalb auf. Karstbedingte Reliefunterschiede und ein prä-obermiozänes Talsystem<sup>13</sup> führten zu erheblichen Mächtigkeitsunterschieden und einer heterogenen Faziesverteilung der Oberen Süßwassermolasse.<sup>14</sup> Die jüngsten Sedimentationsergebnisse werden durch überwiegend talgebundene Schotter und Sande, pleistozänen Lösslehm und holozäne Kolluvien belegt.

## Vorkommen mineralischer Rohstoffe

In dem beschriebenen geologischen Milieu treten vor allem Hornsteine und Eisenerze als wichtige Rohstoffe auf, die in unterschiedlichen Epochen von Bedeutung waren. Die hornsteinführende Juraschichten des Oberen Malm in der Donau-Alt-mühl-Region in der Südlichen Frankenalb gliedern sich im Wesentlichen in die Schüssel- und Wannenstrukturen der Schichtfazies des Malm epsilon und zeta sowie in die großen Riffzüge der Massenkalkfazies von Wellheim-Riedenburg, Kösching-Prunn, Sandharlanden-Saal und Parsberg.<sup>15</sup> Stratigraphisch reichen die hornsteinführenden Platten- und Bankkalken von Malm delta bis in den Malm zeta. In der Donau-Alt-mühl-Region

bildet der Malm delta einen durchgängigen Sockel für die Kalkgesteine des Malm epsilon und zeta.<sup>16</sup> Die kalkige Schichtfazies des Malm zeta geht regional in eine dolomitische Fazies über.

Hornsteinführende Kalkgesteine der Schichtfazies mit vorgeschichtlichen Bergbauspuren finden sich vor allem in der Eichstätter bzw. Obereichstätter Wanne, in der Paintener Schüssel, der Kelheimer Schüssel und der Abensberger Schüssel. Diese Schichten gehören ausnahmslos dem Malm zeta an, während die unteren Schichtglieder des Malm alpha, beta und gamma weitgehend hornsteinfrei sind. Riffbildende Kieselschwämme lieferten die notwendige Kieselsäure für die Hornsteinbildung.<sup>17</sup>

Das Hornsteinvorkommen im Bereich Baiersdorf-Keilsdorf kann dem Malm zeta 1 und 2 zugewiesen werden.<sup>18</sup> Es kommen Hornsteinplatten mit teilweise noch anhaftenden Resten der abgewitterten Plattenkalke und in situ verkieselte Fossilkonglomerate der Riffschuttfazies vor. Der Felsen der Burg Prunn liegt in einem jurassischen Riff. Auf dem Plateau darüber befindet sich der neolithischen Hornsteinbergbau von Baiersdorf. Die Hornsteinplatten und -knollen sind in einem Becken unterhalb des Riffs entstanden. An der Kruste haften teilweise verschiedene Fossilien. Unter anderem finden sich auch Spuren von Rutschungen. Stratigrafisch folgen auf den bis zu 130 m mächtigen Massen- bzw. Riffschuttkalken ein bis zu 25 m mächtiges Paket der lehmigen Albüberdeckung und danach eine 1-2 m mächtige Hornsteinlage, die von 1-5 m Ablehmen mit unterschiedlichen Löss- und Gesteinsanteilen überlagert oder durchmengt wird.

Die Eisenerze im Bereich der Schwäbisch-Fränkischen Alb sind auf mehrere Zeitabschnitte verteilt.<sup>19</sup> Im Bereich der südlichen Frankenalb nehmen Dogger- und Bohnerze den entscheidenden Anteil ein. Letztere sind in einer Vielzahl von kleinen Vorkommen auf südlichen Frankenalb verstreut und stets auf sekundärer Lagerstätte, eingebettet in fremdes Sedimentmaterial der lehmigen Albüberdeckung in Hohlformen des Karstes (häufig in Karstwannen, -trichtern-, spalten und Höhlen).<sup>20</sup> Bohnerze finden sich aber auch häufig als Bohnerzschleier oder -linsen innerhalb von Feldern und bilden dort Vorkommen, die abgesammelt oder abgegraben werden können.<sup>21</sup> Auch sind sie in Fluss- und Seenablagerungen der Oberen Süßwassermolasse zu finden.<sup>22</sup>

Neben diesen in der Literatur als Haupterzsorten genannten, finden sich aber auch Geoden und andere Eisenerze, sodass sich ein wesentlich differenzierteres Bild ergibt. Der Grund für die einengende Sicht auf Bohn- und Doggererze dürfte unter anderem sein, dass vom Spätmittelalter bis ins 19. Jahrhundert hinein vor allem Bohn- und Doggererze gewonnen und verhüttet wurden.

## Archäologisch-historischer Rahmen

Die Loopleitung führt durch große Waldflächen in der südlichen Oberpfalz und im nördlichen Niederbayern. Zwar ließen bodenkundliche und topografische Ungunslagen keine größeren vor- und frühgeschichtlichen Siedlungsareale erwarten, dennoch verläuft die Trasse vorbei an zahlreichen Arealen mit archäologischen Denkmälern unterschiedlicher Zeitstufen, beginnend mit paläolithischen Höhlenfundplätzen bis hin zur frühneuzeitlichen Eisenproduktion, wie beispielsweise bei der Querung des Vilstales nördlich von Kallmünz in der Nähe des ehemaligen mittelalterlichen Hammerschlusses von Traidendorf. Hier verläuft eine der wichtigsten Verkehrsrouten, auf der das schwerpunktmäßig zwischen dem 14. und 17. Jahrhundert im Umkreis von Amberg und Sulzbach hergestellte Eisen in Richtung Regensburg trans-

portiert wurde. Etwa 200 Eisenhämmer befanden sich an der Vils, an der Naab und an ihren Zuflüssen. So war auch nördlich von Kallmünz in Traidendorf und in Kallmünz jeweils für kurze Zeit ein Eisenhammer im 16. Jahrhundert in Betrieb. Die Nutzung der Wasserkraft in der Eisenmetallurgie ist jedoch wesentlich älter, worauf das 1020 erstmals als „Smidimulni“ erwähnte Schmidmühlen hindeutet.<sup>23</sup>

Auch östlich von Kallmünz ist Eisenerzbergbau belegt.<sup>24</sup> In Kallmünz werden auch ältere Spuren vermutet: Innerhalb einer etwa 50 ha großen Höhengiedlung, die von urnenfelder- und frühlatènezeitlichen Wallanlagen umschlossen wurde und verkehrsgeographisch günstig auf einem Sporn am Zusammenfluss von Naab und Vils lag, sind Schlacken bekannt. Sie werden mit vorgeschichtlichem Abbau in Zusammenhang gebracht, der bisher jedoch nicht nachgewiesen werden konnte.

Zwischen Schwarzer Laber und Altmühl erstreckt sich eines der großen Waldgebiete, das ab dem frühen 12. Jahrhundert die Bezeichnung „districtus“ Tangrintel trägt. Man geht davon aus, dass dieser Forstbezirk aus dem Königsgutkomplex „Scambah“ (später Hohenschambach) hervorgegangen sein könnte. Der heutige Ort Hohenschambach befindet sich wenige Kilometer östlich von Hemau. Über die Größe dieses Königsgutkomplexes ist leider nichts Genaues bekannt. Er wird im Zusammenhang einer Schenkung Heinrich II. im Jahr 1007 an das Bistum Bamberg gemeinsam mit folgenden Hofkomplexen von Forchheim, Hohenschambach bei Parsberg/Oberpfalz, Nittenau am Bayerischen Wald, Bad Abbach an der Donau, Ergolding bei Landshut, Reichenhall, Attersee und Mattighofen/Oberösterreich, Rottenmann/Steiermark, Deggingen im Ries, Sontheim an der Günz und verschiedene Orte um den Schwarzwald und den Tübinger Raum<sup>25</sup> genannt.

In der hier erkennbaren Urkunde von 1114 wird der Bereich „nemoris Tangrinteles“ im Zusammenhang mit dem Abtreten von Gütern genannt. Die Bischöfe Otto I. von Bamberg und Hartwig I. von Regensburg einigten sich, dass alle Zehnten von Bamberger Gütern, die auf dem Gebiet der Diözese Regensburg liegen, an Regensburg abgetreten werden sollten.<sup>26</sup>

Die erste Erwähnung des Forstbezirks Tangrintel fällt in der Urkunde 1140. Hier übertrug Bischof Egilbert von Bamberg dem Kloster Prüfening ein Waldstück bei Netzstall.<sup>27</sup>

Im heutigen Paintner Forst sind vor allem durch Paul Reinecke und die Begehungen des Vereins Dolina großflächige Schlackenhalde der Eisenerzverhüttung und Bergbauspuren nachgewiesen worden. Dass es sich hierbei mitunter um vorgeschichtlichen Eisenerzabbau handeln könnte, liegt aufgrund der Nähe zum Oppidum auf dem Michelsberg bei Kelheim nahe. Erste 14C-Analysen für eine Schlackenhalde aus der Nähe von Baiersdorf ergaben eine Datierung in die Latènezeit.

Mittelalterliche und frühneuzeitliche Bergbauspuren in Gestalt von Sinterhaufen, Stollen, Schürfgruben und Kohlenmeiler im Paintner Forst sind zu Beginn des 17. Jahrhundert in den Wäldern noch sehr präsent gewesen, wie eine Forstkarte von 1616 zeigt.<sup>28</sup>

## Denkmalpflegerische Problemstellungen und Herangehensweisen

Aus Trassierung, Flächenbedarf, Geologie und Lagerstätten sowie dem montanarchäologisch-historischen Rahmen ergab sich, dass im Verlauf der Pipeline mit nicht bekannten archäologischen

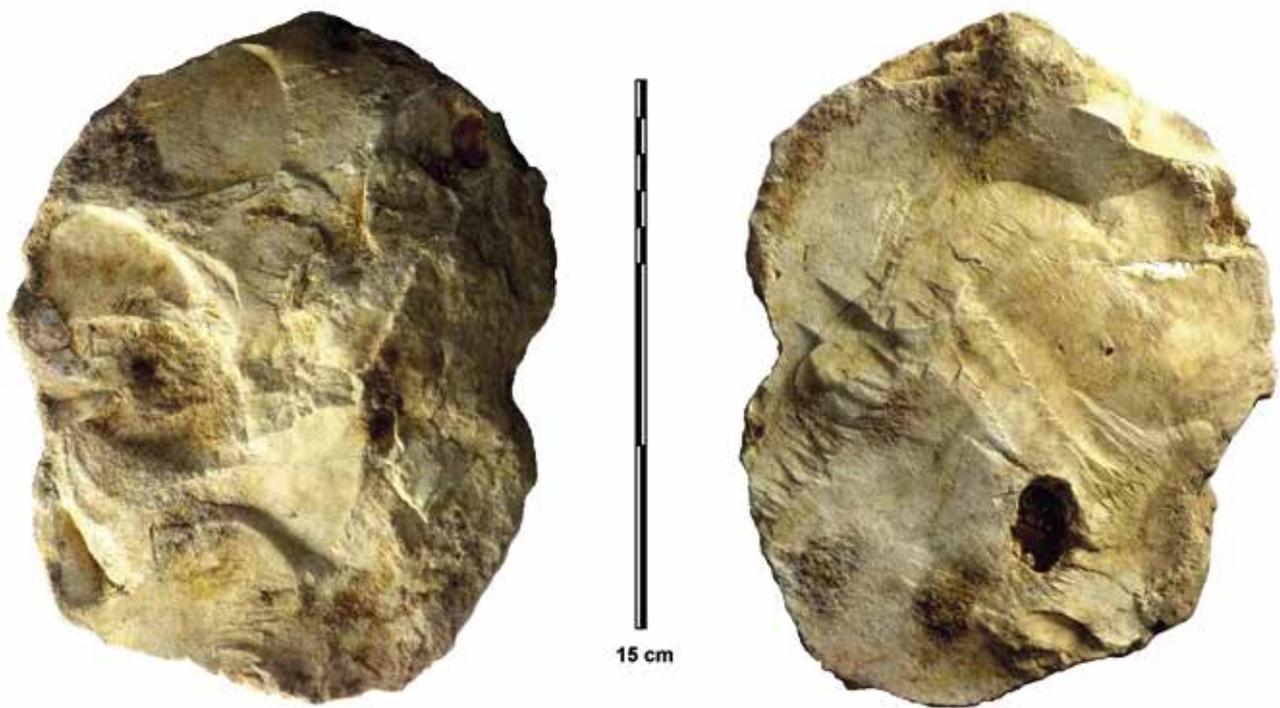


Abb. 4: Minimal modifiziertes (eingekerbt)es Gezähe von Keilsdorf. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

Denkmälern zu rechnen war. Für den denkmalpflegerischen Umgang ergaben sich aus dem historisch-geographischen Rahmen dabei zunächst zwei Punkte. Die Auswertung eines hochauflösenden DGMS, das durch die OGE zur Verfügung gestellt wurde, und die Denkmaldaten aus dem Fachinformationssystem zeigten verschiedene schwer beurteilbare Abschnitte. Unklare Situationen, vermutete Bergwerke und Schlackeansammlungen sollten bereits vorab aufgenommen werden. Als Vorgabe des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege waren in den Abschnitten mit erfassten Funden sowie Befunden des Montanwesens daher zunächst Begehungen und eine erste Bewertung durch einen Montanarchäologen durchzuführen. Durch genaue Vorschläge an die Grabungsfirmen sollte hier dann eine effektive und genaue Dokumentation der Befunde erfolgen können.

Ferner war aufgrund von Eintragungen in den topografischen Karten, Anomalien im digitalen Geländemodell und archivalischer Informationen im Trassenverlauf der zwischen Schwandorf und Forchheim geplanten Looptleitung der OGE mit mehreren Bergbauarealen sowie Befunden der Eisenerzverhüttung zu rechnen. Der gesamte Arbeitsstreifen der Trasse von etwa 32 m Breite musste auf durchschnittlich 28 m Breite archäologisch betreut werden. Daher bestand eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass montanarchäologische Befunde aufgedeckt wurden, deren Untersuchung eine spezialisierte Betreuung erforderte.

Da bisherige facharchäologische Maßnahmen gezeigt hatten, dass aufgrund von fehlender Kenntnis keine bewusste Entscheidung über Probenentnahmen von Schlacken getroffen wurden, sollte während der Untersuchungen eine Begleitung durch einen Montanarchäologen erfolgen, der die Archäologen beraten und eine Schulung durchführen sollte. Ferner wurde eine Handreichung mit Detailinformationen zu Verhüttungsschlacken erarbeitet, deren Schwerpunkt aufgrund der vom Pipelineverlauf gequerten Rohstoffvorkommen auf der Eisenproduktion lag.

Als weiterer Aspekt kam hinzu, dass die Trasse etwa 400 m entfernt von dem bekannten Hornsteinabbau bei Baiersdorf verläuft. Spätestens seit dem Neolithikum wurde dieses Hornsteinvorkommen abgebaut und findet sich in fast allen Siedlungen der Altheimer Kultur.

Beim Bau der Pipeline wurde ein facettenreiches montanarchäologisches Befundspektrum angetroffen, aus dem nachfolgend drei Beispiele im Detail vorgestellt werden.

### Neolithischer Hornsteinbergbau bei Keilsdorf und Mantlach

Am östlichen Ortsrand von Keilsdorf (Gmde. Riedenburg, Lkr. Kelheim; M-2015-1506-3\_51) wurden in einem Trassenabschnitt im Hangbereich Schachtbefunde im Planum erfasst (Untersuchung durch Adilo GmbH aus Parsberg). Zwischen diesen lagen Reste von Halden, die daneben auch Plattenhornstein aufwiesen. Ferner konnte aus dem Abraummateriale grob bzw. nur minimal zugerichtetes Bergbaugezähe geborgen werden (Abb. 4). Dabei handelte es sich um eine größere Breithacke mit grob retuschierten Kerben.<sup>29</sup> Diese diente vermutlich dazu, lehmige Schichten zu entfernen.

Während der Anlage der ersten Profilschnitte wurde bei 1,25 m unter Planum 1 deutlich (Abb. 5), dass die Befunde wesentlich tiefer reichen. Um für den Pipelinebau ein Befahren mit schwerem Gerät zu ermöglichen, mussten die Profilkästen dann zunächst wieder verfüllt werden. Nach Abschluss der Rohrverlegung wurden die Untersuchungen an ausgewählten Befunden fortgesetzt. Dabei zeigte sich, dass sich das Profil der Schächte nach unten hin verzüngte. Trotz der Anlage von großen Arbeitsgruben und dem Einsatz von Kringsverbauen mussten die Arbeiten 5 m unter Planum 1 aus Sicherheitsgründen schließlich



Abb. 5: Profil durch den oberen Teil eines Schachtes bei Keilsdorf. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

eingestellt werden, ohne dass die Schachtsohle erreicht wurde (Abb. 6).<sup>30</sup>

Die Verfüllschichten der Schächte enthielten unter anderem Holzkohle und größere Brocken eines massigen, hell- bis weißgrauen Hornsteins (siehe Abb. 5). Leider konnten die Schächte nicht durch stratifizierte Funde datiert werden. Es liegt lediglich verlagerte vorgeschichtliche Keramik aus dem Abraum vor, die wahrscheinlich aus der Schachtverfüllung stammt.<sup>31</sup> Östlich der Trasse haben sich im Wald ferner Bergbauspuren als Geländebefunde erhalten, die bisher jedoch nicht datiert sind. Sie könnten unter anderem mit einer mittelalterlichen Eisenproduktion in Zusammenhang stehen.

Im Rohrgrabenprofil wurden durch Kryoturbation und Solifluktion umgelagerte Lehmschichten aufgeschlossen<sup>32</sup>, die neben braunen Plattenhornsteinen auch weißgrauen massig ausgebildeten Silex führten, die für eine Herstellung von Geräten durchaus geeignet gewesen wären. Diese lehmig-tonigen Schichten sind Bestandteil der sogenannten Albüberdeckung, die unter dem tropischen Klima des Tertiärs durch die Verwitterung von Malmkalken und -mergeln entstand. Während der Kaltzeiten wurden die Lehme durch Solifluktion umgelagert. Sie wurden mit geringer verwitterten Malmrückständen sowie kretazischen Resten vermischt und es findet sich kleinstückigeres eingeregelter Plattenhornsteinmaterial.

Weiter wurden von quartären Schichten überdeckte Karsttaschen bzw. Dolinen angeschnitten, die von oben in die feingeschichteten, dünnen und z. T. gleitgefalteten Plattenkalke mit einzelnen dickeren Bänken des Weißjura Zeta 2 eingreifen. Sie waren mit Tonen und Sanden der Kreide und des Tertiärs sowie auch feinkörnigem, schwarzem bzw. schwarzgrauem und weißgrauem Silex gefüllt.<sup>33</sup> Letzterer scheint bereits während des Paläolithikums genutzt worden zu sein.

Für die neu entdeckten Schächte bei Keilsdorf besteht ein sehr gut erforschter Kontext: Ungefähr 900 m östlich liegen die Station des Mittel- und Jungpaläolithikums sowie des Mesolithikums und ferner Siedlung sowie Abbau des Neolithikums. Die Entdeckung des Fundplatzes geht auf Friedrich Herrmann zurück, der die Hornsteinvorkommen und Werkfunde bei Baiersdorf seit 1950 untersuchte.<sup>34</sup> In seiner Darstellung nimmt er an, dass sich in Baiersdorf eine große jungneolithische Abbaustelle von überregionaler Bedeutung befand. Der Abbau erreichte nach den bisherigen Erkenntnissen Tiefen von zwei bis fünf Metern und datiert im Wesentlichen in die Zeit der Altheimer Kultur.<sup>35</sup> An den

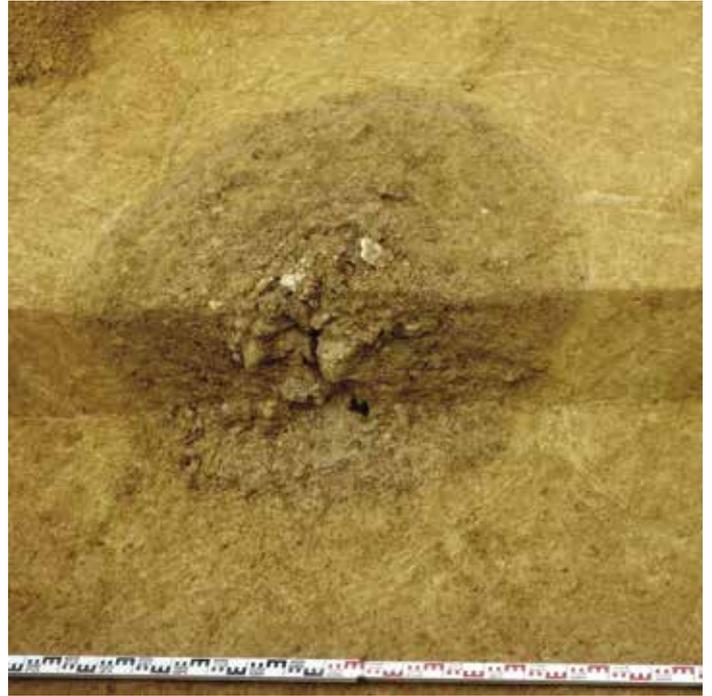


Abb. 6: Planum eines Schachtes bei Keilsdorf ca. 4 m unter Planum 1. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

Schächten finden sich typische Halbfabrikate in Form flächig gearbeiteter Feuersteingeräte.<sup>36</sup> Zum bekannten Verbreitungsbild von Baiersdorfer Plattenhornsteinen in Mitteleuropa sind auch Funde von Altheimer Sichel aus diesem Material im nordöstlichen Österreich beschrieben worden.<sup>37</sup>

Ein weiterer, kleiner Abbau konnte bei Mantlach (Gemeinde Painten, Lkr. Kelheim; M-2015-1506-2\_38) nachgewiesen werden (vgl. Abb. 1). Es handelt sich um eine flache Grube, die knapp unter Schicht mit Hornstein in sekundärer Lagerung reichte. Im Rohrgrabenprofil waren unter der lehmigen Deckschicht im anstehenden Dolomit Hornsteinknollen aufgeschlossen.

## Mittelalterlicher und neuzeitlicher Eisenerzbergbau

Montanarchäologische Befunde in Form von Schächten, Rennöfen, Holzkohle- und Pech- bzw. Teermeiler wurden in einem Trassenabschnitt bei Höchensee (Gemeinde Burglengefeld, Lkr. Schwandorf; M-2015-1506-2\_515) angetroffen (vgl. Abb. 1). Neben vier Rennöfen und vier Grubenmeilern konnte auch ein als Prospektionsschacht angesprochener Befund in der Trasse untersucht werden.<sup>38</sup> Der Schacht wurde bis 1,3 m unter Planum 1 geschnitten und nachfolgend 4,7 m tief mit dem Bohrstock sondiert.<sup>39</sup> Im Umfeld liegen mehrere Pingengefelder mit Längsausdehnungen von bis zu 400 m. In der Nähe der Trasse konnte zudem ein weiterer Verhüttungsplatz mit Rennofenschlacken lokalisiert werden. Aus den genannten Befundkomplexen in der Trasse wurden 17 Holzkohleproben AMS-datiert. Die ältesten Ergebnisse reichen bis ins 6. Jahrhundert zurück, der Schwerpunkt befindet sich jedoch 8./9. Jahrhundert.<sup>40</sup> Auch die Ergebnisse aus dem Schachtbefund liegen hauptsächlich im 8. Jahrhundert.<sup>41</sup> Damit ergibt sich eine Datierung in spätmerowingisch-frühkarolingische Zeit.



Abb. 7: Schächte im Planum bei Grafenöd. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)



Abb. 8: Einzelner Schachtbefund im Planum bei Grafenöd. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

Zwischen Hemau und dem ehemaligen Königsgutkomplex „Scambah“/Hohenschambach verläuft südlich der B8 nahe dem Einsiedlerhof Grafenöd ein Trassenabschnitt der OGE-Pipeline (vgl. Abb. 1). Baubegleitend untersuchte 2017 die Firma Pro-Arch diesen Trassenabschnitt, in dem ungefähr 80 Bergbauschächte (Abb. 7 bis 9) angetroffen wurden (Gemeinde Hemau, Lkr. Regensburg, M-2015-1506-3\_31). Ausgehend von der Befundsituation wurde zunächst neolithischer Bergbau vermutet, was sich im Verlauf der Maßnahme jedoch zunehmend als fraglich herausstellte. Aufgrund entsprechender Funde blieb zuletzt Eisenerzabbau übrig. Zwar haben die meisten Erzfunde aus den Schächten für die Verhüttung eine zu schlechte Qualität, doch dürfte gerade dies auch den damaligen Bergleuten aufgefallen sein, da die eisenhaltigen Gesteinstücke ganz offensichtlich in den Schachtverfüllungen entsorgt worden waren.

Ein umfangreicher geologischer Aufschluss wurde durch das 3,5 m tiefe Rohrgrabenprofil geschaffen. Im südlichen Bereich wurde der jurazeitliche und teilweise zu Sand zersetzte, nach Norden abtauchende Massendolomit erfasst. Im Quartär erfolgte eine weitere Überprägung der Sedimente durch Frostverwitterung und Bodenfließen.<sup>42</sup> Die Grabenprofile zeigten zwei silexführende Solifluktsdecken. In den Lehmen mit eingeschlossen sind zudem Eisenerzstücke unterschiedlicher Größe. Diese fanden sich durch gravitative Prozesse quasi natürlich aufbereitet und in einer durchaus für eine Verhüttung in Rennöfen geeigneten Qualität am Hang unterhalb der Schachtbefunde. Im Aushub des Rohrgrabens lag ferner ein ca. 6 kg schwerer Eisenerzbrocken mit Lehmeinschlüssen (Abb. 10). Das Erz selbst ist



Abb. 9: Profil durch einen Schacht im Stoß des Rohrgrabens bei Grafenöd. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie).

Abb. 10: Eisenerz aus dem Rohrgraben bei Grafenöd. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)





Abb. 11: Holz 1001 aus Schachtbefund 2496. (© Franz Herzig, Dendrolabor BLfD Thierhaupten).

dunkelbraun und dicht ausgebildet. Teilweise sind Lehmschichten eingeschaltet.

Im Folgenden soll näher auf Holzfunde aus den Schachtbefunden 2496 und 2084 (M-2015-1506-3\_31) eingegangen werden, da sie für die chronologische und wissenschaftliche Einordnung wesentlich sind.<sup>43</sup> Befund 2496 enthielt die beiden Holzfunde 1001 und 1011. Bei ersterem handelte es sich um den Stumpf eines Eichenstammes mit 20 cm Durchmesser und erhaltenen Brettwurzelansätzen. Holz 1011 war ein 6 cm starkes Eichenrundholz. Bei beiden Holzfunden konnten keine von Werkzeugen herrührende Bearbeitungsspuren erkannt werden. Für Holz 1011 ist dennoch über eine hypothetische Ansprache als Haspelstütze nachzudenken.

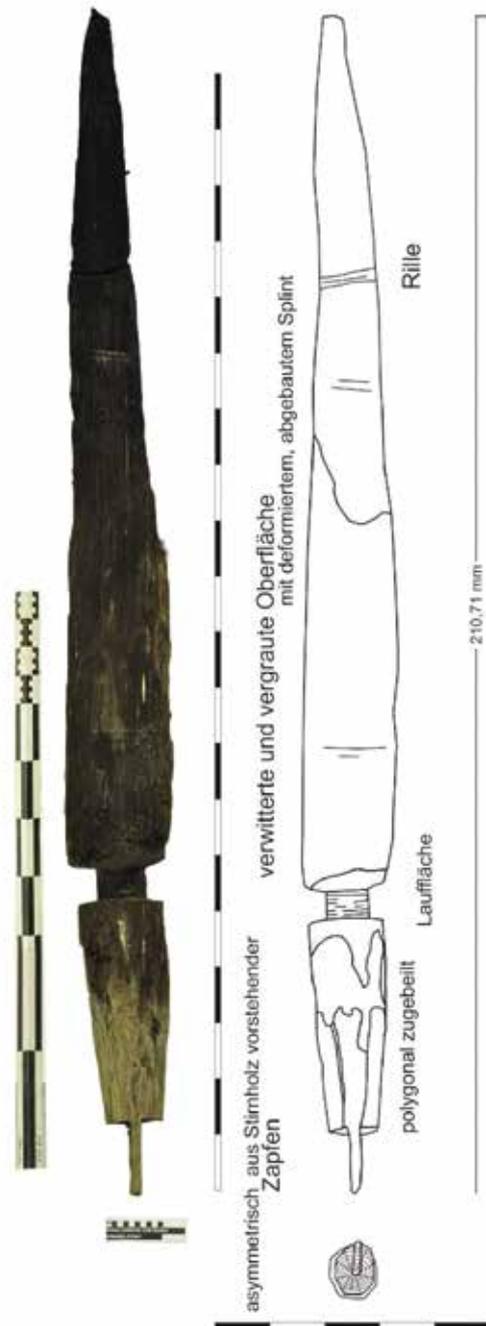
Der Eichenstamm 1001 (Abb. 11) wies noch 92 Jahresringe auf. Beim Vergleich mit den Eichenchronologien Bayerns und angrenzender Regionen konnte eine Synchronlage im 29. Jahrhundert v. Chr. und eine weitere mit ebenso guten, sogar geringfügig höheren Werten im 10. Jahrhundert n. Chr. gefunden werden (vgl. Abb. 14). Um eine Entscheidung treffen zu können, wurde aus dem Eichenstamm eine 14C-Probe entnommen und an das Curt-Engelhorn-Zentrum in Mannheim<sup>44</sup> gesandt. Das Ergebnis der 14C-Untersuchung war eindeutig (Abb. 14): Der Zwei-Sigma-Bereich erstreckt sich zwischen 887 und 984 n. Chr. Demnach erwies sich die dendrochronologisch ermittelte Position 938 n. Chr. als die richtige. Der für die 14C-Probe verwendete 59. Jahresring entspricht dem Jahr 905, welches innerhalb des Ein-Sigma-Bereichs liegt. Da weder die Waldkante noch Splintjahresringe vorhanden waren, lässt sich nur ein Terminus post quem angeben. Der Eichenstamm kann demnach nicht vor dem Jahr 948 n. Chr. gefällt bzw. abgestorben sein.

Abb. 12: Profil durch Doppelschachtanlage (Befunde 2083 und 2084) mit Haspelwelle (Holz 2017) in situ bei Grafenöd. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)





Abb. 13: Detail der Haspelwelle im Detail und Laborfoto nach der Bergung. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie; Franz Herzig, Dendrolabor BLfD Thierhaupten).



Zwei weitere untersuchte Schächte (Befunde 2083 und 2084, M-2015-1506-3\_31) waren durch eine Strecke miteinander verbunden.<sup>45</sup> Aus Befund 2084 stammen die drei Holzfunde 1015 (Holz 2), 1016 (Holz 3) und 1017 (Holz 1). Das 210 cm lange Holz 1 (Abb. 12, 13) war aus einem etwa dreißigjährigen Eichenstamm mit etwa 18 cm Durchmesser hergestellt worden. Das Objekt war im unteren, etwa 100 cm langen, gut konservierten Abschnitt so gut erhalten, dass noch alle Merkmale der ursprünglichen Bearbeitung erkennbar waren. Der obere Abschnitt war infolge seiner höheren Lage im Boden zunehmend durch Zersetzung und Holzabbau reduziert worden und endete, sich verjüngend in einem noch 4 cm starken Rest aus widerstandsfähigerem Kernholz. Auf dem oberen Abschnitt waren keine Bearbeitungsspuren mehr erhalten.

Bei diesem Holz handelt sich um eine Haspelwelle (Abb. 15).<sup>46</sup> Diese war am Ende mit einem Beil zugerichtet worden. An der Holzspitze sind die Reste eines Zapfens erkennbar. Dieser war ursprünglich ca. 0,5 cm dicker. Für den Zapfen wurde zunächst mit einem Dechsel vorgearbeitet und das Holz dann abgespalten. Ähnlich wurde bei der umlaufenden Vertiefung verfahren, die 49 cm von der Spitze entfernt eingearbeitet wurde. Sie ist 6 cm breit und der Querschnitt reduziert sich von 15 auf 7 cm Durchmesser. Sie weist eine runde Lauffläche mit deutlichen Abnutzungsspuren auf.

Bei dem besser erhaltenen Teil waren im oberen Bereich deformierte und verwitterte Reste des Splints erkennbar. Das lässt darauf schließen, dass der mittlere 17 cm starke Abschnitt des Objekts rund belassen wurde. 55 cm von dem unteren Ende entfernt

**Kalibrationsgrafiken**

Die Kalibrationsgrafiken wurden mit der Software OxCal 4.2 erstellt.

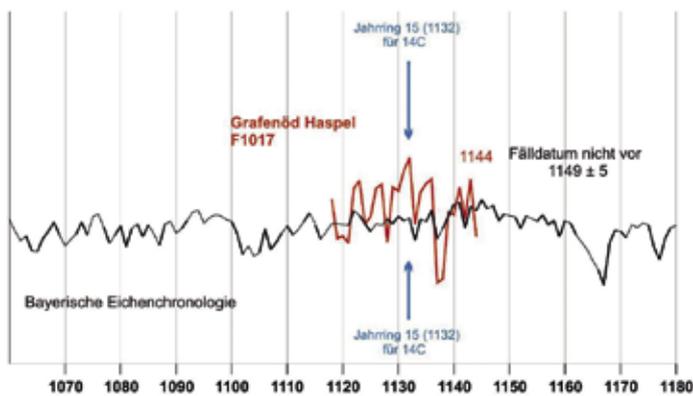
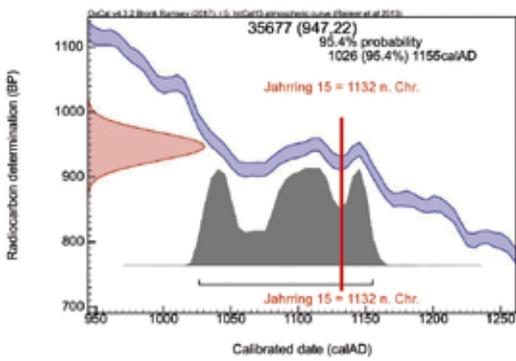
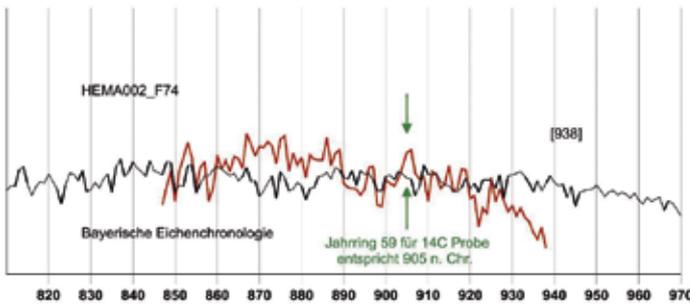
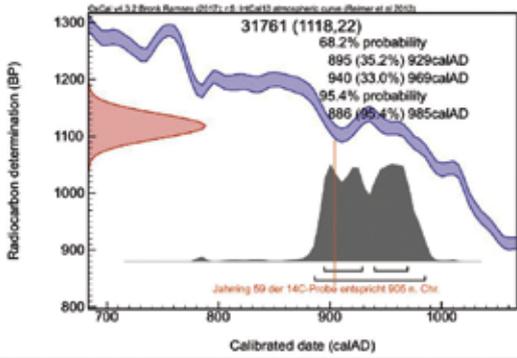


Abb. 14: Kalibrationskurven. © Franz Herzig, Dendrolabor BLfD Thierhaupten

veränderte sich der Querschnitt abrupt. Kreisförmig um das Rundholz laufend, war eine 6 cm breite Rinne 7 cm tief hineingestemmt worden, sodass der taillenförmig eingeschnittene Querschnitt an dieser Stelle noch 8 cm stark war. Die Basis der Rinne

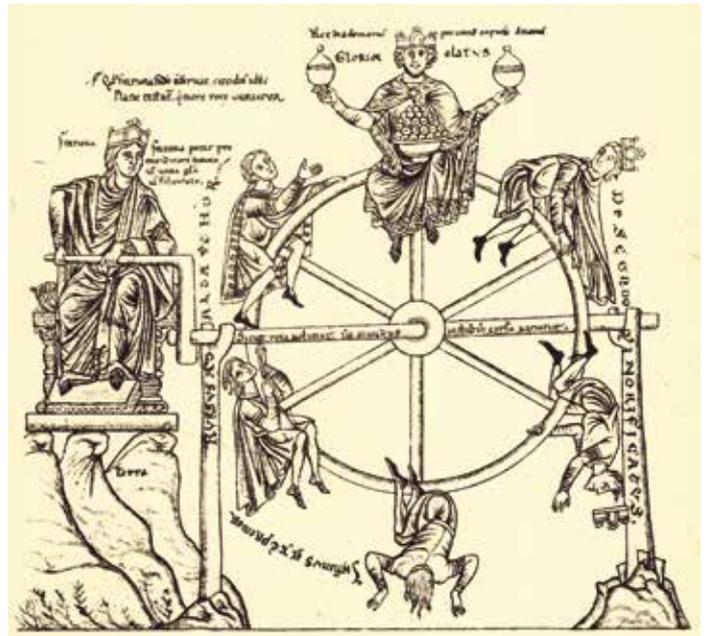


Abb. 15: Darstellung einer Vollholzhassel in Funktion des Schicksalsrades im Hortulus Deliciarum der Herrad von Landsberg (fol. 215r) aus dem 12. Jahrhundert. (gemeinfrei)

ne wies Abnutzungsspuren auf. Unterhalb dieser Rinne war das Holz auf einer Länge von 50 cm polygonal zugebeilt worden, sodass es sich zu einem nahezu plan zugebeilten Ende von 9 cm Durchmesser verjüngte. Das eigentliche Ende setzte sich in einem asymmetrisch aus einer Stammhälfte ragenden rechteckigen Zapfen von 11 cm Länge, 6 cm Breite und 2 cm Stärke fort.

Auf dem Querschnitt des Objektes konnten 26 Jahresringe gemessen werden (vgl. Abb. 14). Eine derart kurze Serie lässt sich dendrochronologisch, für sich selbst stehend, nicht zuverlässig datieren. Über die gesamten Chronologien hinweg verglichen, tauchen immer wieder Synchronlagen mit hoher Übereinstimmung auf. Zufallskorrelationen liefern dann oft höhere statistische Werte als die korrekte Position selbst. Die Methode der Dendrochronologie lässt sich in so einem Fall nur noch in Kombination mit 14C-Messungen am selben Objekt anwenden (vgl. Abb. 14). Dadurch kann der Rahmen für die dendrochronologisch ermittelten Ergebnisse auf einen vergleichsweise geringen Zeitabschnitt eingegrenzt werden. Dazu muss ein Jahrring aus dem Objekt, dessen Position innerhalb der Eichenserie bekannt ist, als 14C-Probe herauspräpariert und an das 14C-Labor gesandt werden.<sup>47</sup> Bei Holz 1 wurde der 15. Jahresring ausgewählt, da er sich aufgrund seiner Breite am leichtesten herauspräparieren ließ und zudem genügend Substanz als 14C-Probe besaß. Das von Dr. Ronny Friedrich (CEZ Archäometrie GmbH) gelieferte Ergebnis lag innerhalb eines 127 Jahre umfassenden, hochmittelalterlichen Zeitabschnitts, mit einem fast identischen 1- und 2-sigma Bereich zwischen 1027 und 1154 n. Chr.

Bei der besten dendrochronologisch ermittelten Position innerhalb dieses zeitlichen Fensters, konnte die 26jährige Eichenserie auf dem Jahr 1144 n. Chr. zur Deckung gebracht werden (vgl. Abb. 14). Der als 14C-Probe entnommene Jahrring fällt demnach auf das Jahr 1132 n. Chr., welches innerhalb des 1- und 2-Sigma-Bereichs liegt und eine Datierung der Jahrringserie auf das Jahr 1144 sehr wahrscheinlich macht. Die Jahrringserie enthielt zwar nicht die Waldkante, aber noch fünf Splintjahresringe. Dies er



Abb. 16: Im Rohrgraben angeschnittene Rötelskonzentration auf dem Fischerberg bei Traidendorf. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

laubt eine Splintgrenzdatierung, bei der das Fälldatum auf den Zeitraum von  $1149 \pm 5$  Jahren eingegrenzt werden kann. Bei Holz 2 und 3 handelt es sich um 6 und 7 cm starke Rundholzpfähle, die aus einer nicht näher bestimmbar Kernobstholzart (Pomoideae) hergestellt wurden.

In dem Trassenabschnitt bei Grafenöd konnte damit Bergbau des 12. Jahrhunderts erfasst werden. Der Fund der Haspelwelle ist als besonders hervorzuheben, da sie nicht nur Informationen zur Fördertechnik in den Schächten bietet, sondern weil es sich um eines der bisher ältesten bekannten mittelalterlichen Exemplare handelt. Vergleichbare Wellen finden sich im Erzgebirge, wo sie bisher in die erste Hälfte des 13. Jahrhunderts und das 14. Jahrhundert datieren.<sup>48</sup> Ein Altfund ist aus dem Montanareal Ratzenscheid bekannt. Dort wurde Anfang des 19. Jahrhundert im Abraum des Alten Mannes ein Haspel mit Vollholzwelle gefunden.<sup>49</sup> Ein weiterer, zusammen mit Teilen eines frühmittelalterlichen Schachtausbaus geborgener, bisher jedoch nicht datierter Rundbaum aus Bayern stammt vom Hainberg bei Neuburg a. d. Donau.

Vollholzhaspel scheinen nach dem derzeitigen Kenntnisstand vor allem für das Mittelalter typisch zu sein. Erst in der Frühneuzeit ist die zunehmende Verwendung von eisernen Bauelementen zu beobachten. Diese Entwicklung dürfte von Revier zu Revier allerdings deutlich variieren. Ein Grund dafür könnte unter anderem die verfügbare Quantität an Eisen gewesen sein. So ist Sachsen beispielsweise recht eisenarm, und daher wurde hier sehr lange möglichst mit rein hölzernen Bauelementen gearbeitet.<sup>50</sup> Im Graphitbergbau bei Passau wurden Vollholzhaspel offenbar sogar noch im 19. Jahrhundert eingesetzt.<sup>51</sup>

Auch wenn sich keine Aussagen zum genauen Umfang des Eisenerzbergbaus und den Fördermengen machen lassen, ist die Haspelwelle aus dem Abbauareal bei Grafenöd ein montanar-

chäologisch wichtiger Fund, der seine nächsten Parallelen im Erzgebirge findet. Trotz der zu beachtenden revierspezifischen Unterschiede in der technologischen Entwicklung ergibt sich zusammen mit den Funden aus Sachsen ein weiterer Hinweis darauf, dass sich die Technologie in der Schachtförderung vom Mittelalter bis zur frühen Neuzeit und teilweise darüber hinaus wenig verändert hat. Dies passt sehr gut zu den Beobachtungen für andere bergbauliche Einzelaspekte vom frühen bis zum späten Mittelalter.<sup>52</sup> Ferner liefert die Haspelwelle wertvolle Informationen zu Bergbauaktivitäten in Bayern während des Hochmittelalters, für das nur sehr spärliche Quellen zum Montanwesen vorliegen, und ergänzt aus den Schriftquellen bekannte historische Zusammenhänge. Zusätzlich ist hier auch an einen Zusammenhang des Eisenerzbergbaus mit der Erhebung Hemaus zur Stadt zu berücksichtigen, ein Aspekt, den bereits Kurt Brenner näher beleuchtet hat.<sup>53</sup> Weitere Bedeutung erlangt das neu entdeckte Abbauareal zudem im Kontext mit der Eisenproduktion und -verarbeitung in Spätmittelalter und Früher Neuzeit in den Tälern von Laber und Naab.

Westlich des Hammerwerkes von Traidendorf (vgl. Abb. 1) haben sich auf dem Fischerberg einige Bergbaubefunde erhalten, darunter auch Schächte, die noch im 19. Jahrhundert in Karten verzeichnet sind. Das Areal liegt auf der Jurastufe des süddeutschen Schichtstufenlandes, bestehend aus Malm der Mittleren Frankenalb (vor allem Weißjura  $\alpha$  und  $\beta$ ). Auf den Feldern finden sich vereinzelt Brauneisenerze.

Im Urkataster ist im Bereich der Flur „Erzberg“ ein Schacht verzeichnet, d. h. hier wurde Erz (auch) im Untertagebau gewonnen. Überliefert ist, dass 1523 bereits Hans Pleyer von Rohrbach ein kleines Eisenbergwerk auf dem „Arzberg“ betrieb. Nach Günther Schwemmer ist eine alte Bergordnung für das Traidendorfer Revier überliefert.<sup>54</sup> C. W. Gümbel berichtet von einer gro-



Abb. 17: Rennöfen im Planum bei Arresting. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)



Abb. 18: Schlackenhalde bei Berg. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)



Abb. 19: Fließschlacke aus der Halde bei Berg. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

ßen Zahl auflässiger Eisensteingruben südlich von Amberg, darunter namentlich „insbesondere bei Sommerhau im Rohrbacher Walde und beim sogenannten Schacht auf dem Fischerberg bei Kalmünz“.<sup>55</sup>

Im Gelände erhalten haben sich Schachtpingen und Halden sowie ein Schacht mit gemauertem Kopf, der ursprünglich in der Trasse lag. Hier wurde aufgrund des Einflussbereiches des Schachtes und zu erwartender grabungstechnischer Probleme für die Verlagerung des Verlaufs der Pipeline entschieden. Neben diesem Schacht wurde ein offenbar an eine alte Karsthohlform gebundenes intensiv rötlich-braun gefärbtes Material angeschnitten. Dies ist insofern von Bedeutung, als Ockerabbau für Traidendorf historisch belegt ist (Abb. 16).<sup>56</sup> Auch an anderen Stellen in den Rohrgrabenprofilen fanden sich stellenweise intensiv gefärbte, teils purpurfarbene Rötelvorkommen aufgeschlossen. Hier wäre näher zu untersuchen, ob diese Ockervarietäten in der Vergangenheit ebenfalls eine Nutzung erfahren haben.

### Befunde der Eisenerzverhüttung im Trassenverlauf

Im Trassenverlauf der Loopline Schwandorf-Forchheim wurden Rennöfen bei Höchensee, Maierhofen und Arresting (Abb. 1, 17) sowie eine größere Schlackenhalde bei Mantlach-Berg (Gemeinde Painten, Gemarkung Klingen-Painten; Untersuchung durch Adilo GmbH) angeschnitten.

Bei Höchensee (Gemeinde Burglengenfeld, Lkr. Schwandorf, M-2015-1506-2\_515) wurden in der Trasse mehrerer Rennöfen erfasst und auf den Feldern konnten weitere Schlackenkonzentrationen festgestellt werden (vgl. Abb. 1). Im näheren Umfeld liegen zudem ausgedehntere Pingfelder eines ehemaligen Eisenerzbergbaus und im Trassenverlauf konnte ein Schacht untersucht werden. Nach Westen liegt an der Vils der Ort Schmidmühlen, der 1020 in der Schenkung einer Ladestatt für Schiffe an der Vils als „Smidimulni“ erwähnt wird.<sup>57</sup> Der Ortsname liefert einen Hinweis auf die Nutzung von Wasserkraft in der Metallverarbeitung. Allgemein handelt sich um ein bedeutendes Gebiet für das frühe Montanwesen in der Oberpfalz.<sup>58</sup>

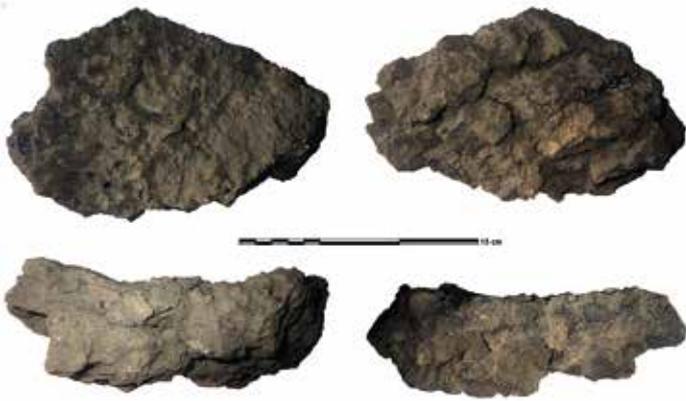


Abb. 20: Ofenwandung aus der Schlackenhalde bei Berg. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

Abb. 21: Fragmente von Belüftungsdüsen aus der Schlackenhalde bei Berg. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)



Abb. 22: Eisenerz aus der Schlackenhalde bei Berg. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

Die Schlackenhalde von Mantlach-Berg (Abb. 1, 18) liegt am Südhang unterhalb von Berg in einer landwirtschaftlich genutzten Fläche oberhalb eines Trockentales (Gemeinde Painten, Lkr. Kelheim, M-2015-1506-2\_36). Nach dem Oberbodenabtrag zeigte sich im Planum neben einem größeren Grubenhaus der Haldbefund mit einer Ausdehnung von ungefähr 20 x 24 m. Zwischen verschiedenen Schlacken (Abb. 19) fanden sich oxidierende und Ofenwandungsfragmente (Abb. 20), Fragmente von Belüftungsöffnungen (Abb. 21) sowie einige Erzfragmente (Abb. 22). Auch im Material aus den Profilschnitten dominieren Fließschlacken, die teilweise sehr groß und mehrlagig sind. Dies deutet auf wiederholte Schlackenabstiche hin. Ferner konnten massige Ofenschlacken und auch Schlackenklötze geborgen werden, die oxidierte Oberflächen aufweisen. Zwischen den Schlacken lagern größere Ofenwandungsfragmente aus oxidierend und reduzierend gebranntem, teils glasig geschmolzenem, mitunter versintertem Lehm. In der Lehmmatrix finden sich kleinere Gesteinsbruchstücke (Kalk, Gerölle) und Fragmente von aufgeschmolzenem Lehm als Magerung.

In den Profilen zeigte sich im Haldenbereich eine unterschiedlich bis maximal 30 cm mächtige Auflagerung aus Schlacken und anderen Materialien (Abb. 23). Die größte Mächtigkeit wurde in der Mitte erreicht. Oberhalb und unterhalb dünnte das aufgelagerte Material aus. Unter dem Haldenmaterial folgt ein bis zu 8 cm messender gebleichter Bereich, der durch ein Eisenhydroxid-Band (eventuell auch mit Mangan) vom Lehm darunter abgesetzt ist. Im Eisenerz sind Phosphor und Mangan enthalten, die sich in der Schlacke konzentrieren, aus der sie bei der Verwitterung herausgelöst werden. Die Verwitterungsprodukte an Fe-Al-Ca und Si werden hauptsächlich aus den Fe-Al-Silikaten gelöst. Die primären Fe-Al-Silikate verwittern primär zu Goethit und weiter zu Limonit.

Insgesamt wurde unter enger montanarchäologischer Betreuung und Anleitung eine größere Probenmenge entnommen. Im Ergebnis handelt es sich um die am umfangreichsten beprobte Schlackenhalde in Bayern. Neben einer umfangreicheren makroskopischen Ansprache des archäometallurgischen Fundmaterials und einer gezielten Auswahl von Proben für naturwissenschaftli-



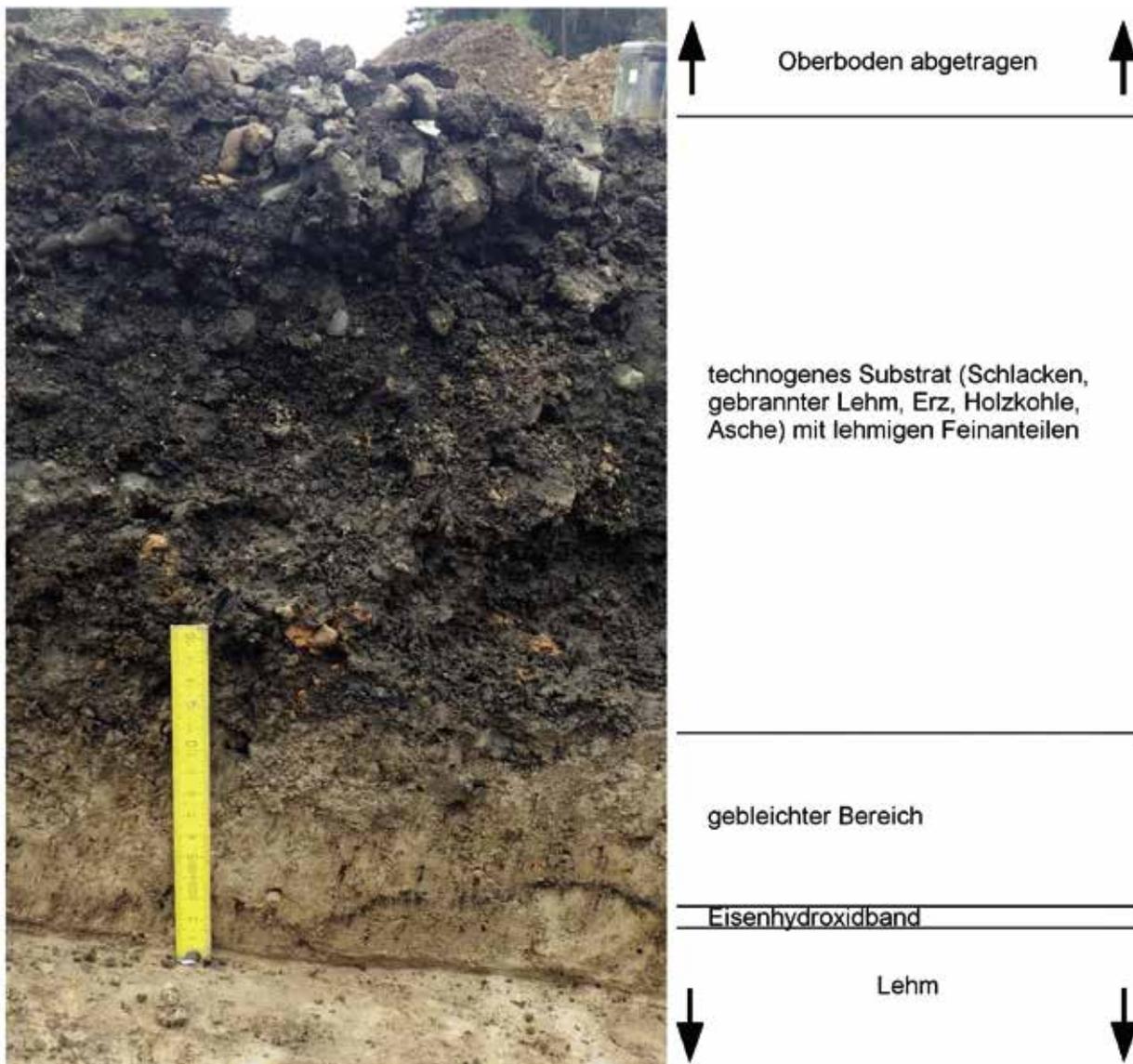


Abb. 23: Profilaufbau der Schlackenhalde bei Berg. (© M. Straßburger, Planungsbüro für Montanarchäologie)

che Analysen können damit weitergehende Fragestellungen untersucht werden, wie z. B. die Bewertung technologischer, kultureller und ökonomischer Aspekte der Eisenproduktion bei Berg. Die Datierung der Schlackenhalde über 14C-Analyse ergab eine frühlatènezeitliche Datierung.<sup>59</sup> Es handelt sich um die zweite archäologische untersuchte Schlackenhalde dieser Zeitstellung nördlich der Altmühl.<sup>60</sup> Die Fragmente der Schlackenklötze und die Ofenwandungsteile lassen eine Rekonstruktion von Schachtöfen mit Schlackengrube zu.

Bei der Klärung der Rohstofffrage ist die Geologie des Umfeldes zu betrachten: Im nahegelegenen Steinbruch Kalkwerk Rygol ist die Schichtfolge der Plattenkalke der Paintener Wanne aufgeschlossen.<sup>61</sup> Es handelt sich um den besten großen Aufschluss der Schichtfazies des Oberen Malm der östlichen Altmühlalb, der das gesamte Profil von den kiesellagenreichen Setatus-Schichten bis in die Plattenkalke der Solnhofener Schichten zeigt. Über dem Malm folgten ursprünglich Schutzfelsschichten, die von Aufbereitungslagen (Eisenkrusten, Phosphoritknollen, Kalkkonkretionen) überdeckt wurden. Darauf lagerten Biokonstruktionen, gefolgt von Grünsandsteinen des Cenoman. Zuerst lag die Tertiäre Bedeckung. Die Überdeckung des Malm

wurde durch Erosion abgetragen. Ferner erfolgten glaziale Überprägungen bzw. Umformungen. Vermutlich stammte das verhüttete Eisenerz aus Lehmen wie bei Grafenöd. Diese können sich in Karsttaschen angesammelt haben, wo sie leicht zu gewinnen waren.<sup>62</sup> In der Trasse wurden nur ca. 200 m von Schlackenhalde Dolinen angeschnitten, die sich im Gelände nicht abzeichneten. Auch in der Umgebung des Verhüttungsplatzes sind Dolinen bekannt. Der Abbau hinterließ keine offensichtlichen als anthropogen zu deutende Spuren.

### Schlussbetrachtung

In der Trasse der Pipeline von Schwandorf auch Forchheim wurden montanarchäologische Befunde verschiedener Zeitstellungen angeschnitten, von denen im Rahmen des vorliegenden Artikels die wichtigsten in einem kurzen Überblick vorgestellt wurden. Herausragende montanarchäologische Bedeutung besitzen auf jeden Fall Keilsdorf/Baiersdorf und Grafenöd. So zählen die Sichelblätter aus Baiersdorf beispielsweise zum UNESCO-Welterbe.<sup>63</sup> Bei Grafenöd konnte aus einem bisher unbekanntem

Eisenerzbergbau die erste hochmittelalterliche Haspelwelle im Freistaat geborgen werden, die die Funde aus Dippoldiswalde im Erzgebirge ergänzt und sich an die Holzausbauten des 7./8. Jahrhunderts in den Abbaugebieten des Tertiären Hügellandes anschließt.

Die Schlackenhalde bei Berg hat gezeigt, dass auch bei begleitenden Maßnahmen eine umfangreiche Beprobung von Schlacken gerechtfertigt und fachlich sogar einzufordern ist. Eine engere Auswahl von Proben vor Ort ist unter den gegebenen Umständen der Maßnahmen nicht sinnvoll und sollte erst im Nachgang in Zusammenhang mit der Analyse des Probenmaterials erfolgen.

Für ähnliche Projekte sind montanarchäologische Voruntersuchungen im ganzen Verlauf zu empfehlen. Ausgehend von Karten-, Luftbild- und Literaturanalysen können Begehungen auf die entsprechenden Bereiche einer Trasse fokussiert werden. Dies schließt Überraschungen natürlich nicht aus.

Der Pipelinebau hat Denkmalpflege wie auch Grabungsfirmen vor besondere Herausforderungen gestellt. Die Komplexität montanarchäologischer Untersuchungen wurde sehr deutlich, ohne dass sie unter Tage stattfanden. Daher sollten Grabungen im Rahmen von begleitenden Maßnahmen engmaschig montanarchäologisch betreut werden. Nur so können die Befunde genauer angesprochen und das grabungstechnische Vorgehen angepasst werden. Hierzu wird auch die geplante detaillierte Auswertung der montanarchäologischen Befunde und Funde im Trassenverlauf der Pipeline ihren Beitrag leisten.

## Anmerkungen

- 1 Ewering 2014, S. 7.
- 2 Vgl. Energiewirtschaftsgesetz § 11 (1) u. § 15 (3).
- 3 Ewering 2014, S. 13.
- 4 Ebd., S. 9f.; entsprechend DVCW Arbeitsblatt G 463, Ziffer 3.1.2.
- 5 Ebd., S. 10.
- 6 Trappe/Tyrakowski 2010, S. 42; vgl. Meyer/Schmidt-Kaler 1984.
- 7 Koch 1997.
- 8 Birzer 1939.
- 9 Trappe/Tyrakowski 2010, S. 44.
- 10 Ebd., S. 46; Trappe 2003.
- 11 Rutte 1962.
- 12 Bayerisches Geologisches Landesamt 2002.
- 13 Bader et al. 2000; Bayerisches Geologisches Landesamt 2002.
- 14 Trappe 2001; Trappe 2003.
- 15 Binsteiner 2005, S. 69.
- 16 Ebd., S. 70.
- 17 Ebd., S. 71; vgl. Postl/Hauzenberger/Gössler 2007, S. 109.
- 18 Binsteiner 2005, S. 72.
- 19 Trappe 2010, S. 44; Trappe/Tyrakowski 2010, S. 46.
- 20 Trappe 2003; Trappe 2010, S. 44; Trappe/Tyrakowski 2010, S. 44, 47, 53.
- 21 Trappe/Tyrakowski 2010, S. 46.
- 22 Trappe 2003.
- 23 Vgl. Hensch 2018, S. 86.
- 24 Schmidgall 2003, S. 232f.
- 25 <https://www.hdbg.eu/karten/karten/detail/id/11>: Karte und Text der 1007 von Heinrich II durchgeführten Schenkungen.
- 26 Vgl. Hensch 2018.
- 27 Paulus 2016, 12.
- 28 BayHStA, PL 3613; vgl. Schmid 1989, S. 5-7.
- 29 Gezähelfunde werden auch bei Herrmann 1984, S. 156, 157 und Tafel 19 (als Pflugvorläufer angesprochene Flachhacken) sowie S. 164 und Tafel 4 (ein als Halbfabrikat angesprochener Pickel) publiziert, wobei sich der Autor noch gegen ein Bergbaurevier ausspricht; Vgl. dazu auch Maass 2005, S. 52-53, zu Schernfelder Forst und Baiersdorf.
- 30 Loré/Kopecy-Hermanns/Tinapp 2018, S. 172ff.
- 31 Die scheinbare Fundleere der Schachtverfüllungen ist ein grabungstechnisches Problem, da das Material nicht gründlich oder gar nicht durchsucht wurde.
- 32 Vgl. Brunnacker 1957.
- 33 Vgl. Meyer/Schmidt-Kaler 1994, S. 135, 140.

- 34 Herrmann 1984, S. 154. Gedankt sei Herrn Dipl.-Ing. Manfred Moser, Regensburg, für seine schriftliche Mitteilung, in der er einige Sachverhalte zur Forschungsgeschichte geklärt hat.
- 35 Binsteiner 2003, S. 175.
- 36 Ebd.
- 37 Trnka 2001, S. 341-343; Binsteiner 2005.
- 38 Hensch 2020, S. 379.
- 39 Loré/Kopecy-Hermanns/Tinapp 2018, S. 162-163. Im Gegensatz zu dem von den Autoren als unbekannter prospektierter Rohstoff bezeichneten Material war aufgrund des geologischen und bei den begleitenden Begehungen festgestellten montanarchäologischen Kontextes allerdings klar, dass es sich um Eisen handelte.
- 40 Hensch 2020, S. 381.
- 41 Ebd., S. 382.
- 42 Vgl. Brunnacker 1957.
- 43 Die Passage stammt aus dem Bericht von Franz Herzig (BlfD).
- 44 Dr. Ronny Friedrich, CEZ Archäometrie GmbH.
- 45 Leider wurde hier während der Arbeiten an dem Doppelschacht kein Montanarchäologe hinzugezogen. Als Folge wurde die Firse der Strecke mit dem Bagger gekappt und kein Querprofil angelegt, sodass zur Gestalt der Verbindung zwischen den Schächten keine Aussagen gemacht werden können.
- 46 Von Loré/Kopecy-Hermann/Tinapp 2018, S. 164 als „Holzbalken mit Bearbeitungsspuren“ bezeichnet, dessen „ringförmige Aussparung“ an einem Ende „auf eine Verwendung als Holzspindel hindeuten könnte“.
- 47 Weist die Probe mehr als 100 Jahresringe auf, kann das sogenannte Wigglematching angewendet werden, das sich den Abstand von zwei als 14C-Proben entnommenen Jahrringen zunutze macht, um das Datum weiter einzuzugrenzen.
- 48 Hemker 2011, S. 122-123; Lentzsch 2014.
- 49 Beiblatt aus Engels 1903; Zeiler/Hucko/Steffens 2018, S. 7, Abb. 5.
- 50 Freundliche Mitteilung Stephan Adlung, Freiberg.
- 51 Gohla 1986, S. 36 mit Abb. 8.
- 52 Straßburger 2017.
- 53 Brenner 2006.
- 54 Schwemmer 2001, S. 16 ohne Quellenangabe.
- 55 Gümbel 1868, S. 778.
- 56 Hohn 1833, S. 267.
- 57 Hensch 2018, S. 86.
- 58 Vgl. Hensch 2018.
- 59 Scharf 2007, insbes. S. 128f.
- 60 2006-2007 wurden von der Dolina Gesellschaft für Landeskunde e. V. eine Schlackenhalde und ein möglicher Röststadel neben Dolinen in einem Waldstück des Prunner Forstes in der Nähe von Baiersdorf untersucht, für die ebenfalls eine Datierung in die Frühlatènezeit ermittelt werden konnte. Eine weitere Schlackenhalde liegt nur 100 m weit entfernt. Vgl. Lang/Welker 2007; Fuchs 2015, S. 32.
- 61 Meyer/Schmidt-Kaler 1994, S. 132.
- 62 Vgl. dazu auch Brenner 1987.
- 63 Binsteiner 2018.

## Bibliografie

- BADER, Kurt/MEYER, Rolf K. F./BRUNOLD, Helmut:  
2000 Graupensandrinne/Ur-Naabrinne, ihre Verbindung und tektonische Verstellung zwischen Donauwörth und Regensburg, in: *Geologica Bavarica* 105, München 2000, S. 243-250
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT:  
2002 Geowissenschaftliche Landesaufnahme in der Planungsregion 10 Ingolstadt. Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:100.000, München 2002
- BINSTEINER, Alexander:  
2003 Die neolithische Prospektion von Jurahornsteinen in Bayern, in: *Bayerische Vorgeschichtsblätter* 68 (2003), S. 173-177
- 2005 Der Abbau und die Lagerstätten bayerischer Jurahornsteine sowie deren Distribution im Neolithikum Mittel- und Osteuropas, in: *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 52 (2005), S. 43-155
- 2018 Zwischen Ötzi und Neandertaler. Die Plattenhornsteine von Baiersdorf bei Riedenburg im Altmühltal. <https://www.archaeologie-online.de/artikel/2018/zwischen-oetzi-und-neandertaler/>, veröff. am 16.02.2018
- BIRZER, Friedrich:  
1939 Verwitterung und Landschaftsentwicklung in der südlichen Frankenalb, in: *Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft* 91 (1939), S. 1-57

- BRENNER, Kurt:  
1987 Spuren vergessener Groß-Industrie im Südjura. Die Doline „Wasserklinge“ bei Hemau auf dem Tangrintel, in: *Archaeopterix* 5 (1987), S. 89-107
- 2006 Hemau – einst Rohstoffzentrum? Wirtschaftliche Grundlagen der Stadtwerdung, in: Feuerer, Thomas (Hg.): 700 Jahre Hemau, die Stadt auf dem Tangrintel 1305-2005, Norderstedt 2006, S. 51-60
- ENGELS, Johann David:  
1803 Die Landeskronen am Ratzenscheid, Herborn 1803
- EWERING, Thomas:  
2014 Loopleitung Schwandorf-Forchheim der Open Grid Europe GmbH. Antragsunterlagen für das Raumordnungsverfahren im Freistaat Bayern in den Regierungsbezirken Oberpfalz, Niederbayern und Oberbayern: Zusammenfassende Projektbeschreibung, 05.06.2014
- FÖDISCH, Hermann:  
1967 Baiersdorf. Eine steinzeitliche Schlagstätte in Bayern, in: *Vorzeit* 1-4/6 (1967), S. 25-27
- FUCHS, Bernhard:  
2015 25 Jahre Dolina Gesellschaft für Landeskunde e. V., Kollersried 2015
- GOHLA, Karlheinz:  
1986 Graphit im Raum Passau. Geologie-Geschichte-Bergbau, in: *Bergbau- und Industriemuseum Ostbayern* (Hg.): *Bergbau in Ostbayern. Geschichte – Geologie – Bergtechnik* (Schriftenreihe des Bergbau- und Industriemuseums Ostbayern, Bd. 7), Theuern 1986, S. 28-45
- GÜMBEL, Carl Wilhelm v.:  
1868 Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern, 2. Abtheilung: Geognostische Beschreibung des Ostbayerischen Grenzgebirges oder des Bayerischen und Oberpfälzer Waldgebirges, Gotha 1868
- GUMPERT, Karl:  
1934 Die Jurakultur, in: *Germania* 18 (1934), S. 1-7
- HENSCH, Mathias:  
2018 Erz – Feuer – Eisen. Eine kleine Geschichte des frühen Montanwesens in der mittleren Oberpfalz, Berlin 2018
- 2020 Bemerkungen zur mittelalterlichen Montanlandschaft zwischen Premberg, Schmidmühlen und Amberg, in: *Beiträge zur Archäologie in der Oberpfalz und in Regensburg* Bd. 13 (2020), S. 351-394
- HERRMANN, Friedrich:  
1984 Baiersdorf, ein steinzeitliches Bergbauzentrum, ein Hornsteinplatz oder eine normale Siedlung? in: *Acta Albertina Ratisbonensia* 42 (1984), S. 153-189
- HOHN, Karl Friedrich:  
1833 Beschreibung des Königreichs Bayern nach den neuesten Bestimmungen, München 1833
- KOCH, Roman:  
1997 Daten zur Fazies und Diagenese von Massenkalken und ihre Extrapolation nach Süden bis unter die Nördlichen Kalkalpen, in: *Geologische Blätter NO-Bayern* 47 (1997), S. 117-150
- LANG, Ludwig/WELKER, Gerd:  
2007 Archäologische Dokumentation von Spuren vorgeschichtlicher Eisenerzverhüttung bei Baiersdorf, Gemeinde Riedenburg, Landkreis Kelheim, in: *Verhandlungen des Historischen Vereins von Niederbayern* 133 (2007), S. 121-129
- LENTZSCH, Susann:  
2014 Haspel, in: Smolnik, Regina (Hg.), *Silberrausch und Bergeschrey. Archäologie des mittelalterlichen Bergbaus in Sachsen und Böhmen*, Langenweißbach 2014, S. 234-235
- LORÉ, Friedrich/KOPECKY-HERMANN, Britta/TINAPP, Christian:  
2018 Heute Erdgas – damals Meiler und Abbauschächte. Montanarchäologische Spuren entlang einer Gaspipeline, in: *Das Archäologische Jahr in Bayern* 2017 (2018), S. 162-175
- MAASS, Alexander:  
2005 Die Bedeutung des Bergbaus und seine sozioökonomischen Strukturen im Neolithikum – Silix, Kupfer, Felsgestein, Norderstedt 2005
- MEYER, Rolf K. F./SCHMIDT-KALER, Hermann:  
1984 Erdgeschichte sichtbar gemacht. Ein geologischer Führer durch die Altmühlalb, München 1984
- 1994 Wanderungen in die Erdgeschichte 6: Unteres Altmühltal und Weltenburger Enge, München 1994
- MOSER, Manfred:  
1978 Der vorgeschichtliche Bergbau auf Plattensilex in den Kalkschiefern der Altmühlalb und seine Bedeutung im Neolithikum Mitteleuropas, in: *Archäologische Informationen* 4 (1978), S. 45-81
- NELLE, Oliver/SCHMIDGALL, Jochen:  
2003 Der Beitrag der Paläobotanik zur Landschaftsgeschichte von Karstgebieten am Beispiel der vorgeschichtlichen Höhensiedlung auf dem Schloßberg bei Kallmünz (Südöstliche Frankenalb), in: *Eisenzeitler und Gegenwart*, Bd. 53, Hannover 2003, S. 55-73
- PAULUS, Georg:  
2016 *Der Paintner Forst: Betrachtungen zur tausendjährigen Geschichte eines bayerischen Staatswaldes*, Kollersried 2016
- POSTL, Walter/HAUZENBERGER, Christoph/GÖSSLER, Walter:  
2007 Vergleichende geochemische und mineralogische Untersuchungen an Hornstein aus Rein bei Graz (Steiermark, Österreich) und Baiersdorf bei Erlangen (Bayern, Deutschland), in: *Joannea Min.* 4 (2007), S. 99-114
- RUTTE, Erwin:  
1962 *Geologische Karte von Bayern*, Bl. 7073 Kelheim, München 1962
- SCHARF, Andreas:  
2007 Datenanalyse und Qualitätssicherung der 14C-AMS-Messungen am Erlanger Tandembeschleuniger und Erweiterung des Sortiments 14C-datierbarer Probenmaterialien. Diss. Erlangen-Nürnberg 2007
- SCHMID, Josef:  
1989 Beschreibung des „Paintner Vorssts“ 1616, in: *Heimat Ostbayern* 5 (1989), S. 5-7
- SCHMIDGALL, Jochen:  
2003 *Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchungen zum anthropogen induzierten Landschaftswandel von Karstgebieten am Beispiel des Schlossbergs von Kallmünz (südöstliche Fränkische Alb)*, Diss. Regensburg 2003
- SCHWEMMER, Günther:  
2001 Die Geschichte der Eisengewinnung in der mittleren Oberpfalz im 19. und 20. Jahrhundert, Diplomarbeit 2001
- STRAßBUGER, Martin:  
2017 Development of specific mining technological aspects from early to late Middle Ages, in: Petra Eisenach/Thomas Stöllner/Arne Windler (Hg.): *Raw Materials, Innovation Technology of Ancient Cultures. RITaK 1. Der Anschnitt*, Beih. 34, Bochum 2017, S. 285-302
- TRAPPE, Martin:  
2001 Fazies und Schwermineralogie tertiärer Sedimente der Frankenalb im Grenzbereich zum Molassebecken, in: *Schriften der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 13 (2001), S. 93
- 2003 Genese, Differenzierung und Systematik der tonig-lehmigen Albüberdeckung auf der Südlichen Frankenalb, in: *Eichstätter Geographische Arbeiten* 12 (2003), S. 11-53
- 2010 Bergbau auf Eisenerz in der Südlichen Frankenalb – ein Überblick, in: Rosenbauer, Artur (Hg.): *Vergessene Geheimnisse – wieder entdeckt. Der Bergbau im Naturpark Altmühl zwischen Altmühl, Anlauter und Donau, Treuchtlingen/Berlin* 2010, S. 42-55
- TRAPPE, Martin/TYRAKOWSKI, Konrad:  
2010 Geologisch-geographische Strukturen der historischen Montanregion um das Altmühltal, in: *Historischer Verein Eichstätt, Sammelblatt*, 102. Jg., Eichstätt 2010, S. 41-79
- TRNKA, Gerhard:  
2001 Lower Bavarian Plattenhornstein flint from Baiersdorf imported into northeast Austria, in: *Slovak Geological Magazine* 7/4 (2001), S. 341-343
- ZEILER, Manuel/HUCKO, Stefan/STEFFENS, Gero:  
2018 Stilvoll in die Krise – Die Grube Landeskronen bei Wilnsdorf im Siegerland, in: *Der Anschnitt* 70 (2018), S. 2-20

## Anschriften der Verfasserin und der Verfasser

Dr. Stefanie Berg  
Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege  
Referat B VI Lineare Projekte  
Hofgraben 4  
80539 München

Franz Herzig  
Dendrolabor  
Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege  
Referat B V - Archäologische Restaurierung und Dendrolabor  
Klosterberg 8  
86672 Thierhaupten

Dr. Martin Straßburger  
Planungsbüro für Montanarchäologie  
Fichtenweg 16  
86568 Hollenbach